

Jani Sahari

# RG32M-PARTIOAJONEUVON RENGASPAINEEN SÄÄTÖJÄRJESTEL- MÄN MERKITYS JA SOVELTUVUUS MUUTTUVIIN AJO-OLOSUHTEISIIN

Opinnäytetyö  
Logistiikan koulutus

2020



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Jani Sahari	Insinööri (AMK)	Maaliskuu 2020
<b>Opinnäytetyön nimi</b> RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän merkitys ja soveltuvuus muuttuviin ajo-olosuhteisiin		51 sivua 3 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b>  Millog Oy		
<b>Ohjaaja</b>  Raimo Päivärinta, Janne Uusi-Rauva ja Jani Myllykangas		
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Tässä opinnäytetyössä käsitellään rengaspaineen merkitystä vaihtelevissa maastoajo-olosuhteissa, rengaspaineen säätöjärjestelmän asentamista RG32M-partioajoneuvoon ja maastoajo-ominaisuuksien muutosta rengaspaineen säätöjärjestelmän asennuksen myötä. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, saavutetaanko RG32M-partioajoneuvoon asennettulla rengaspaineen säätöjärjestelmällä ajoneuvolle monipuolisempi kyky toimia muuttuvissa maastoajo-olosuhteissa ja miten rengaspaineen säätöjärjestelmän asennus vastaa ajoneuvon käyttäjien tarpeita.</p> <p>Opinnäytetyötä varten haastateltiin asiantuntijoita rengaspaineineen merkityksestä ajo-ominaisuuksille sekä ajoneuvon käyttäjien kokemuksista rengaspaineen säätöjärjestelmän toiminnasta käytännössä. Tutkimuksen haastattelut ovat puolistrukturoituja teemahaastatteluja. Haastatteluaineistot analysoitiin käyttäen sisällönanalyysiä.</p> <p>Opinnäytetyössä tuodaan esille rengaspaineen merkitys maastoajo-olosuhteissa, käytetyn rengaspaineen säätöjärjestelmän kuvaus ja toimintaperiaate sekä laadullisen tutkimuksen tekeminen puolistrukturoidusta haastatteluaineistosta. Opinnäytetyössä kerrotaan ajoneuvon kenttäkokeiden vaiheista ja menetelmistä, joilla rengaspaineiden merkitystä selvitettiin. Kenttäkokeissa suoritettiin lukuisia ajoneuvon suorituskykyyn liittyviä testauksia ja rengaspaineen säätöjärjestelmän toimintaan ja toiminnan nopeuteen kohdistuvia kokeita. Opinnäytetyön edetessä rengaspaineen säätöjärjestelmästä asennettiin esisarja, mihin liittyen tutkimukseen sisältyy myös osuus käyttäjän kokemuksista RG32M -partioajoneuvon muutuneista ominaisuuksista rengaspaineen säätöjärjestelmän asennuksen jälkeen.</p> <p>Tutkimuksen tulos on, että rengaspaineiden säätöjärjestelmän asennus parantaa RG32M-partioajoneuvon ajo-ominaisuuksia ja siten sen suorituskykyä. Ajoneuvon vetovoima ja kiihtyvyys pehmeällä hiekalla paranivat huomattavasti. Aliohjautuminen väheni, mikä mahdollisti korkeamman ajonopeuden ylläpitämisen. Niin ikään eteneminen kivikkoisessa maastossa helpottui. Kenttäkokeiden aikana havaittiin lisäksi polttoaineenkulutuksen vähenemistä. Käyttäjien tyytyväisyys järjestelmän toimintaan ja asennukseen jälkiasenteisena lisävarusteena näyttäytyy tutkimuksessa hyvänä. Johtopäätös on, että rengaspaineen säätöjärjestelmän asentamisella RG32M -partioajoneuvoon saavutettiin enemmän kuin tavoiteltiin.</p>		
<b>Asiasanat</b>  Rengaspaine, säätöjärjestelmä, partioajoneuvo, kvalitatiivinen, haastattelu		

Author (authors)	Degree	Time
Jani Sahari	Bachelor of Engineering	March 2020
<b>Thesis title</b>		
Importance of the of RG32M patrol vehicle tire pressure control system and suitability for varying driving conditions		51 pages 3 pages of appendices
<b>Commissioned by</b>		
Millog Oy		
<b>Supervisor</b>		
Raimo Päivärinta, Janne Uusi-Rauva and Jani Myllykangas		
<b>Abstract</b>		
<p>The importance of tire pressures in varying off-road conditions is mooted in this thesis: the installation of a tire pressure control system on a RG32M patrol vehicle and the change in off-road capability with the installation of a tire pressure control system. The objectives of this thesis are to determine whether the tire pressure control system installed on the RG32M patrol vehicle achieves a more versatile ability for the vehicle to operate in changing off-road conditions and how the tire pressure control system installation has found useful with the vehicle users.</p> <p>For the thesis, experts were interviewed about the importance of tire pressures for driving characteristics and the experiences of vehicle users in the operation of a tire pressure control system in practice. Research interviews are half structured theme interviews. Interview data were analyzed using content analysis.</p> <p>The thesis highlights the importance of tire pressures on off-road driving, the description and operation of the tire pressure control system and the conduct of qualitative research on half structured interview data. The thesis describes the stages of the field trials of the vehicle and the methods by which the significance of tire pressures was determined. In the field trials, numerous vehicle performance tests and tests of the operation and speed of the tire pressure control system were performed. As the thesis progressed, a pre-series of the tire pressure control system was installed, including a portion of the user's experience of the changed characteristics of the RG32M patrol vehicle after the installation of the tire pressure control system.</p> <p>The result of the study is that the installation of a tire pressure control system improves the driving characteristics and thus the performance of the RG32M patrol vehicle. Vehicle traction and acceleration in soft sand significantly improved. Under steering decreased, allowing for higher driving speeds. Also, advancing in rocky terrain was made easier. In addition, a reduction in fuel consumption was observed during field trials. The users' satisfaction to the system operation and installation as a retrofit accessory appears to be good in the study. The conclusion is that the installation of a tire pressure control system on the RG32M patrol vehicle achieved more than was expected.</p>		
<b>Keywords</b>		
tire pressure, control system, interview, qualitative research		

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TUTKIMUS .....	8
2.1	Aiheen valinta ja rajaaminen.....	8
2.2	Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelmat.....	8
2.3	Tutkimusmenetelmä .....	9
2.4	Tutkimuksen toteutus.....	9
3	RENGASPAINEEN MERKITYS.....	11
4	RENGASPAINEEN SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ .....	17
5	LAADULLINEN TUTKIMUS .....	23
6	TUTKIMUSHAASTATTELU.....	27
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	31
7.1	Tutkimukseen valmistautuminen.....	31
7.2	Tutkimuksen toteuttaminen.....	33
8	TUTKIMUSTULOKSET .....	35
8.1	Maastoajo-ominaisuudet.....	36
8.2	Rengaspaineen säätämisen menetelmät.....	37
8.3	RG32M-partioajoneuvon muutokset .....	39
9	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	41
10	POHDINTA .....	43
10.1	Eettisyyden arviointi.....	44
10.2	Luotettavuus .....	44
11	KIITOKSET .....	45
	LÄHTEET.....	46
	KUVALUETTELO .....	50
	LIITTEET	

Liite 1. Renkaan tekniset tiedot

Liite 2. Haastattelukysymykset

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Rengaspaineen laskemisen muutokset (Landyonline s.a) .....	12
Kuva 2. Rengaspaineen vaikutus renkaan korkeuteen (Landyonline s.a) .....	12
Kuva 3. Renkaan ylitysvastus (Landyonline s.a) .....	13
Kuva 4. Rengaspaineen merkitys renkaan "jalanjälkeen" (Coopertyres 2014) .....	14
Kuva 5. Mäennousukyky (Siekinen ja Korpilahti 2015, 22) .....	15
Kuva 6. Paineilman syöttö renkaaseen (Ghaffariyan 2017, 154).....	18
Kuva 7. Rengaspaineen säätöjärjestelmän periaatekuva (ti.systems s.a).....	20
Kuva 8. Säätölaite (ti.systems s.a) .....	21
Kuva 9. Letkukotelo ja spiraaliletku (ti.systems s.a) .....	22
Kuva 10. Patentoitu rengasliitin (ti.systems s.a) .....	22
Kuva 11. Haastatteluaineiston käsittely (Hirsijärvi ja Hurme 2008, 144) .....	26
Kuva 12. Haastattelumuodot (Hirsijärvi ja Hurme 2008, 44).....	27

## 1 JOHDANTO

RG32M-partioajoneuvo on panssaroitu nelivetoinen partioajoneuvo. Sen on suunnitellut ja valmistanut BAE Systems Land Systems South Africa (Land Systems OMC on nykyisin DENEL Vehicles OMC). Ajoneuvon valmistusmaa on Etelä-Afrikka. RG32M-partioajoneuvo on suunniteltu erityisesti sotilaskäyttöön, mutta sitä voidaan käyttää myös muihin kuin sotilaallisiin tarkoituksiin, mikäli tarvitaan erityistä suojaa ulkoisia riskejä vastaan. Ajoneuvo on varusteltu monipuolisesti, joten sitä voidaan käyttää erilaisiin johtamis-, partiointi- ja turvaamistehtäviin. RG32M-partioajoneuvon kokonaispaino on enintään 9500 kg. Sillä voidaan kuljettaa viittä henkilöä sekä tarvikkeita 48 tunnin operaatioon tarvittava määrä. Ajoneuvo voidaan varustaa erilaisilla tukiasilla aina 50 kaliiberiseen konekivääriin asti. Sen ballistinen suojaus riittää torjumaan 7,62 x 51 -kevytkonekiväärin luodit sekä enintään 7 kg TNT-räjähdettä sisältävän yksittäisen tankkimiinan. RG32M-partioajoneuvon nopeus tiellä on enintään 110 km/h. (Army recognition 2018.)

Puolustusvoimien mukaan suomalaiset joukot käyttävät RG32M-partioajoneuvoa pääasiassa kriisinhallintatehtävissä. Kriisinhallintaolosuhteissa ajoneuvolta vaaditaan hyvää käytettävyyttä vaihtelevissa maasto-olosuhteissa. Ajoneuvon on sovelluttava suurinopeuksiin siirtymisiin asfalttiteillä, kuten myös hitaaseen etenemiseen sekä pehmeissä ja upottavissa että kovissa ja epätaisisissa maastoissa. (Ajoneuvot s.a.)

Renkaiden kosketus ajoalustaan on eräs merkittävimmistä tekijöistä määrittäessä ajoneuvon etenemiskykyä. Siksi RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän tarjoama mahdollisuus muokata renkaiden ominaisuuksia niiden painetta muuttamalla on tärkeä.

Rengaspaineen säätöjärjestelmän prototyyppi asennettiin ti.systemsin ja Tactical Design and Testing Service Oy:n toimesta yhteen RG32M-partioajoneuvoon. Tactical Design and Testing Service Oy yhteistyössä Puolustusvoimien ja Millog Oy:n kanssa suorittivat RG32M-partioajoneuvolle käyttötestejä. Käyttötesteissä vertailtiin kahta RG32M-partioajoneuvoa, joista toista ei ollut varus-

tettu rengaspaineen säätöjärjestelmällä. Käyttötesteissä saatujen hyvien kokemusten perusteella Puolustusvoimat päätyi hankkimaan esisarjan rengaspaineen säätöjärjestelmiä asennettavaksi RG32M-partioajoneuvoihin. Millog Oy:n järjestelmäasiantuntija Janne Uusi-Rauva oli osallistunut rengaspaineen säätöjärjestelmän asennukseen ja käyttötesteihin. Hän kertoi tehdystä työstä ja tarjosi minulle mahdollisuutta osallistua esisarjan asennukseen ja tämän opinnäytetyön tekemiseen. Työskentelin tuolloin Millog Oy:ssä asentajana ja olin loppusuoralla insinööriopinnoissani. Osallistuminen esisarjan asennukseen sopi hyvin silloisiin työtehtäviini ja opintojeni etenemisvaiheeseen. Aikaisempi kokemukseni RG32M-partioajoneuvosta on monipuolinen. Olen huoltanut ja korjannut sitä, kouluttanut kriisinhallintatehtäviin lähtijöitä ajoneuvon käytössä sekä käyttänyt sitä itse kriisinhallintaoperaatiossa. Opinnäytetyö, jossa voin yhdistää aikaisemman osaamiseni ja oppia uutta rengaspaineiden merkityksestä ja niiden säätämisen mahdollisuuksista vaikutti minusta erittäin mielenkiintoiselta.

Rengaspaineen säätöjärjestelmän, joka tunnetaan nimellä STIS-rengaspaineen säätöjärjestelmä, on toimittanut saksalainen yritys ti.systems GmbH. Yritys on toiminut ajoneuvojen käsiteltävyyden parissa yli 25 vuotta. Avustavana konsulttina ja asiantuntijana toimi Tactical Design and Testing Service Oy:n edustaja. Esisarja rengaspaineen säätöjärjestelmästä on samanlainen, kuin tullaan asentamaan useisiin Puolustusvoimien RG32M-partioajoneuvoihin. Esisarjan asennuksen yhteydessä, osana opinnäytetyötäni, laadin asennusohjeen, jolla mahdollistetaan esisarjan yhdenmukainen asentaminen Millog Oy:n eri toimipisteissä.

Tässä opinnäytetyössä tutkin laadullisesti RG32M-partioajoneuvoon jälkiasenteisesti asennetun rengaspaineen säätöjärjestelmän käyttötesteissä havaittuja vaikutuksia ajoneuvon ajo-ominaisuuksiin vaihtelevissa maasto-olosuhteissa sekä järjestelmän asennuksen toimivuutta käyttäjien ensikokemusten perusteella. Tärkeimmät lähteeni ovat kaksi teemahaastattelua. Haastattelemanasi asiantuntijat tuntevat rengaspaineen merkityksen ajo-ominaisuuksille: heillä on kokemusta erilaisista Puolustusvoimien käytössä olevista ajoneuvoista sekä tuorein käytännön kokemus RG32M-partioajoneuvosta ja sen rengaspaineen säätöjärjestelmästä.

## **2 TUTKIMUS**

Tässä luvussa kerrotaan opinnäytetyöni aiheen valintaan vaikuttaneista seikoista sekä sen rajaamisesta vastaamaan toimeksiantajan sille asettamia tavoitteita. Esittelen opinnäytetyössäni käytettävän tutkimusmenetelmän ja toteutustavan sekä määrittelen viitekehyksen muodostumisen.

### **2.1 Aiheen valinta ja rajaaminen**

Toimeksiannon tälle opinnäytetyölle antoi työnantajani Millog Oy:n järjestelmäasiantuntija Janne Uusi-Rauva. RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätämisen mahdollistamiseksi tehty kehitystyö oli katsottu tärkeäksi dokumentoida. Mielestäni tärkeää oli selvittää myös käyttäjien kokemuksia järjestelmän toimivuudesta. Opinnäytetyön tulokset otetaan huomioon valmisteltaessa päätöstä siitä, miten laajasti rengaspaineen säätöjärjestelmiä asennetaan RG3M -partioajoneuvoihin. Opinnäytetyöni tuloksia pyritään niin ikään hyödyntämään arvioitaessa, miten laajasti kykyä rengaspaineen säätämiseksi erilaisissa ajoneuvoissa tarvitaan.

Edellä mainitusti laadin osana tätä opinnäytetyötä RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän asennusohjeen. Se on turvallisuusluokituksestaan suojaustasoon RAJ TL IV kuuluva asiakirja, minkä vuoksi en voi liittää asennusohjetta osaksi tätä opinnäytetyötä (Finlex 2019).

### **2.2 Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelmat**

Opinnäytetyössä tutkitaan rengaspaineiden säätöjärjestelmälle asetettujen tavoitteiden täyttymistä sekä RG32M-partioajoneuvon käytettävyyden muutoksia erityisesti maastoajo-olosuhteissa. Opinnäytetyöni tuloksista saatu hyöty ei rajoitu pelkästään RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän asennukseen ja käyttöön, koska rengaspaineen säätöjärjestelmä on tarkoitettu jälkiasennettavaksi erilaisiin ajoneuvotyyppeihin. Keräämiäni havaintoja on mahdollista hyödyntää myös suunniteltaessa maastoajo-ominaisuuksien



kehittämistä muihin ajoneuvoihin. Tietoa rengaspaineen merkityksestä maastoajo-ominaisuuksiin, rengaspaineen säätöjärjestelmän jälkiasennuksesta sekä sen asennuksen ohjeistamisesta olen kerännyt tähän opinnäytetyöhön. Opinnäytetyöni tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

Millaisia ajo-ominaisuuksiin vaikuttavia muutoksia RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmällä tavoiteltiin?

Miten ajoneuvon käytettävyys muuttui rengaspaineen säätöjärjestelmän asennuksen myötä?

Miten RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän asennus käyttäjien näkökulmasta onnistui?

## **2.3 Tutkimusmenetelmä**

Tämä opinnäytetyö on toteutettu laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimuksena. Laadulliset tutkimusmenetelmät ovat soveltuvia, kun aineistolle esitetään kysymyksiä: miten ja millaisia? Tästä syystä katsoin laadullisen tutkimusotteen sopivan opinnäytetyöhöni hyvin.

Opinnäytetyöni teoreettinen viitekehys muodostuu rengaspaineen vaikutuksesta ajoneuvon ajo-ominaisuuksiin ja sen suhteesta ympäröiviin olosuhteisiin, rengaspaineen säätämiseen soveltuviin järjestelmiin tutustumisesta ja rengaspaineen säätämisen menetelmistä. Lukuihin laadullisen tutkimuksen tekemisen periaatteista ja tutkimushaastattelusta osana laadullista tutkimusta. Tutkimusmateriaaliin lukeutuu myös puolistrukturoitujen asiantuntijahaastatteluiden haastattelumateriaali. Tässä opinnäytetyössä kerätty tutkimusmateriaali analysoidaan sisällönanalyysillä.

## **2.4 Tutkimuksen toteutus**

Opinnäytetyötä varten tutustuin rengaspaineen merkitystä sekä erilaisia rengaspaineen säätämiseen tarkoitettuja järjestelmiä käsitteleviin lähteisiin. Paikoinpa oli kuitenkin tutkimuksen aikana asennetussa RG32M-partioajoneuvon

rengaspaineen säätöjärjestelmässä. Rengaspaineiden alentaminen maastoajo-ominaisuuksien parantamiseksi on vanha menetelmä ja kuten teorialuvusta neljä käy ilmi, on järjestelmää käytetty jo toisen maailmansodan aikana. Jouduin kuitenkin yllättymään rengaspaineen säätöä käsittelevän kirjallisuuden vähyydestä. Maastoajo-olosuhteissa hyödynnettävästä rengaspaineen säätämisestä oli saatavilla off-road -ajosta kertovaa kirjallisuutta, muiden lähteiden painottuessa metsätaloudessa ja puutavara-ajoneuvoissa käytettävien ajoneuvojen rengaspaineen säätämisen merkitykseen. Venäläisissä sotilajasajoneuvoissa rengaspaineen säätöjärjestelmiä on ollut käytössä hyvin yleisesti, mutta venäjän kielen taidottomuuteni ei mahdollistanut niitä käsittelevään kirjallisuuteen perehtymistä. Edellä mainittuihin lähteisiin perehdyttyäni laajensin osaamistani laadullisesta tutkimuksesta ja haastatteluiden käyttämisestä materiaalin ja tiedon kokoamiseen.

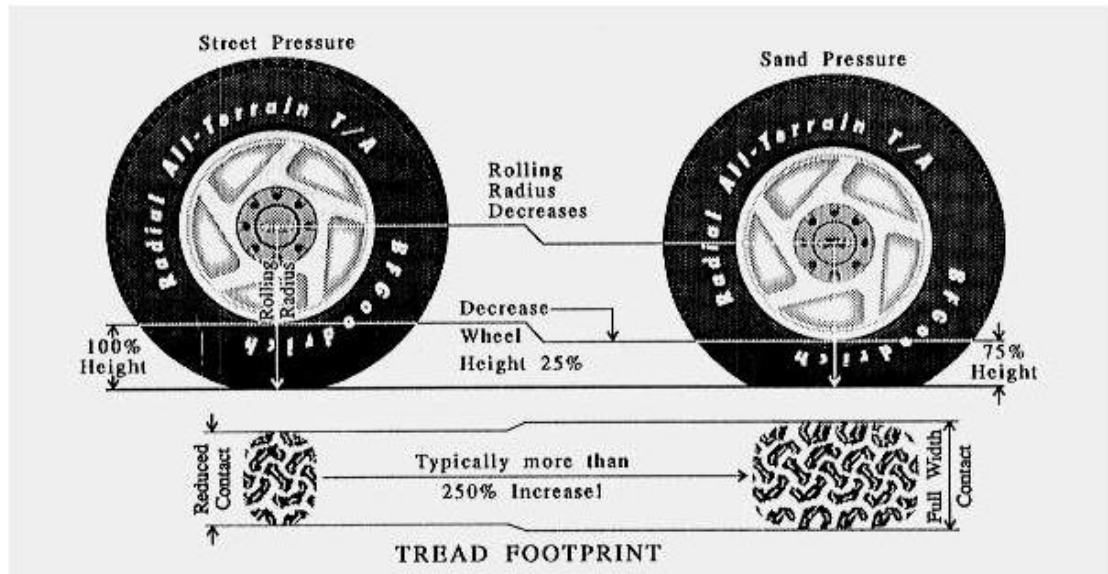
Perehdyttyäni huolellisesti laadullisen tutkimuksen tekemiseen valitsemillani aineiston keruu- ja analyysimenetelmillä etenin haastatteluvaiheeseen. Haastattelutilanne tallennetaan kirjoittamalla muistiinpanoja tai tallentamalla haastattelutilanne joko ääni- tai videotallenteeksi. Muistiinpanoja kirjoittaessa tulee helposti virheitä ja osa vastauksista saattaa jäädä tallentamatta kokonaan. Videotallennus saattaa aiheuttaa kiusaantuneisuutta, jolloin vastaukset saattavat jäädä vajaaksi. Pieni nauhuri puhetta tallentamassa on huomaamaton ja unohtuu haastateltavilta nopeasti. Tällöin tallentuvat myös esimerkiksi yksittäiset sanat ja kesken jääneet lauseet, joihin ei välttämättä muuten kiinnittäisi huomiota haastattelutilanteessa. Äänitallenne oli mielestäni opinnäytetyöhöni parhaiten sopiva ratkaisu.

Tallennetut haastattelut olen litteroinut eli puhtaaksikirjoittanut tekstimuotoon. Litteroidut haastattelut olivat jaoteltavissa tutkimuskysymyksien mukaisesti teema-alueisiin. Sisällönanalyysillä syntyneet tutkimustulokseni olivat vertailtavissa teoreettiseen viitekehykseeni. Teema-alueet ovat: rengaspaineen merkitys ajoneuvojen maastoajo-ominaisuuksiin, rengaspaineen säätämisen menetelmät ja RG32M-partioajoneuvon ajo-ominaisuuksiin rengaspaineen säätöjärjestelmällä aikaansaadut muutokset. Tutkimusaineistoni analyysistä sain tulokseksi riittävästi tietoa muodostaakseni johtopäätökset eli tutkimustulokset tutkimusaiheesta. Opinnäytetyön viimeinen vaihe oli pohdinta, johon sisältyy muun muassa tutkimuksen luotettavuuden ja eettisyyden arviointi.

### 3 RENGASPAINEN MERKITYS

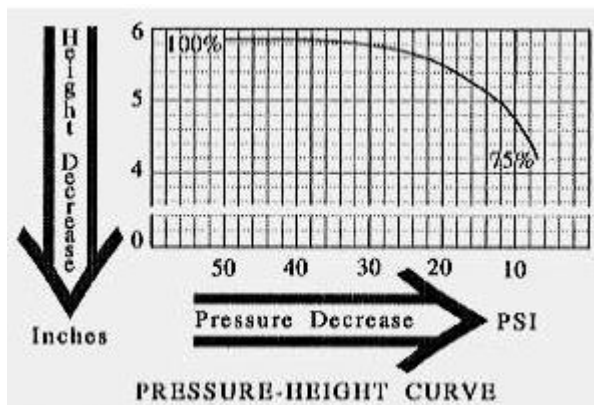
Rengaspaineen muutoksella muutetaan neljää renkaan ominaisuutta: rengaskosketuksen pinta-alaa, ajoneuvon etäisyyttä maahan, vierintäkehää ja esteen ylitysvastusta (Landyonline s.a). Rengaspaineen rooli ajoneuvon käyttäytymiseen on merkittävä niin päällystetyllä maantiellä kuin pehmeässä tai kivisessä maastossa ajettaessakin. Erilaisiin ajo-olosuhteisiin sopivat rengaspaineet poikkeavat toisistaan merkittävästi. Sellaista painetta, joka toimisi kaikissa olosuhteissa, ei ole mahdollista löytää. Maantieolosuhteissa rengaspaineen määrittämiseksi voidaan käyttää seuraavaa laskukaavaa: *(akselimassa / renkaiden maksimikuormitus per akseli) x täyden kuormituksen paine*. (Landyonline s.a.)

Rengaskosketuksen pinta-ala on se, mihin usein viitataan ja se on yleisesti keskusteluissa käytetty ominaisuus. Alla kuvassa 1 on esitetty tilanne, jossa rengaspainetta lasketaan siten, että renkaan korkeus laskee 25 % maantieoloissa käytetystä paineesta. Tilanteessa on pyritty löytämään paine, joka soveltuu pehmeässä maastossa ajamiseen. Landyonline s.a.:n mukaan renkaan kosketuspinnan kasvu on tällöin jopa 250 %. Merkille pantavan arvoinen seikka on kosketuspinnan pituuden muutos, joka on huomattavasti suurempi kuin kosketuspinnan leveneminen. Artikkelissa kerrotaan Lewellyn kuvailleen kosketuspinnan pinnan kasvua siten, että käytössä on kymmenen renkaan kantavuus neljän sijasta. (Landyonline s.a.)



Kuva 1. Rengaspaineen laskemisen muutokset (Landyonline s.a)

Seuraavassa kuvassa 2 on esitetty paineen muutoksen suhde renkaan korkeuteen. Kuten voidaan havaita, muutuskäyrä ei ole lineaarinen vaan renkaan korkeuden muutos lisääntyy jyrkästi alhaisemmilla paineilla. Artikkelissa huomautetaan, ettei renkaan painuma tietyllä paineella ole vakio vaan se on ajoneuvon tai rengasmerkin vaihtuessa tarkistettava uudelleen. (Landyonline s.a.)



Kuva 2. Rengaspaineen vaikutus renkaan korkeuteen (Landyonline s.a)

Renkaan korkeuden ja siitä johtuvaa ajoneuvon maavaran muutosta ei pidetä positiivisena asiana. Maastossa oleviin esteisiin kosketuksia tapahtuu helpommin ja ne voivat aiheuttaa vaurioita ajoneuvon osille tai kiinnijäämisen. Hiekalla tai muulla vastaavalla pehmeällä pinnalla ajettaessa maakosketukset ei-

vät ole kovin yleisiä. Alhaisella rengaspaineella rengas myös joustaa enemmän osuttaessa esteeseen liian kovalla nopeudella. Pyörän kiveen osuminen voi vaurioittaa vannetta tai rengasta. (Landyonline s.a.)

Renkaan vierintäkehä on osa ajoneuvon kokonaisväilyssuhdetta ja pienemällä halkaisijalla olevalla renkaalla on lyhyempi vierintäkehä. Artikkelissa kerrotaan alhaisemman rengaspaineen aiheuttaman renkaan korkeuden muutoksen lyhentävän myös renkaan vierintäkehää. Lyhyemmän vierintäkehän aiheuttama kokonaisväilyksen muutos parantaa myös ajoneuvon vetovoimaa. (Landyonline s.a.)

Neljäntenä ominaisuuksiin vaikuttavana tekijänä artikkelissa mainitaan esteen ylitysvastus. Tällä tarkoitetaan renkaan käyttäytymistä sen kohdatessa kiven tai muun vastaavan esteen. Maantienopeuksille soveltuvasti paineistettu rengas ei jousi kohdatessaan esteen, mikä aiheuttaa jyrkän ylämäen renkaan ylitettäväksi. Pehmeä rengas taas joustaa eli muotoutuu esteen mukaan. Tällöin osa renkaasta on jo kiivennyt esteen päälle, osan renkaasta ollessa vielä esteen takana. Liikettä vastustavan ylämäen jyrkkyys on loiventunut renkaan muotoutumisen ansiosta. Lewellyn oli tehnyt yksinkertaisen testin mitatakseen ylitysvastuksen muutosta. Testissä oli hinattu autoa 50 x 100 mm kokoisen puuesteen ylitse ja mitattu tarvittavaa vetovoimaa vetovoimamittarilla. Testin tuloksena oli 40 % pienempi vetovoiman tarve laskemalla rengaspaine maastoajoon soveltuvaksi. Alla olevassa kuvassa 3 on havainnollistettu mitä esteen ylitysvastuksella tarkoitetaan. (Landyonline s.a.)



Kuva 3. Renkaan ylitysvastus (Landyonline s.a)

Artikkelissa nostettiin esille myös alhaisen rengaspaineen merkitys ajoneuvon luontoon jättämille jäljille. Matalapaineinen rengas ei pienemmän pintapaineensa ansiosta uppoa maahan jättäen uria eikä myöskään paremman kitkan ansiosta luista kuluttaen maan pintakerrosta. (Landyonline s.a.)

Rengaspaineen merkitys renkaan jättämään ”jalanjälkeen” on kuvattu alla olevassa kuvassa 4. Rengaspaineen alentaminen kasvattaa renkaan kosketuspintaa ja näin parantaa renkaan kykyä olla uppoamatta ajoalustaan. (Cooper-tyres 2014.)



Kuva 4. Rengaspaineen merkitys renkaan ”jalanjälkeen” (Coopertyres 2014)

On olemassa oikea teoreettinen rengaspaine jokaiselle muutokselle akseli-kuormitukseen ja ajoneuvon kuormaukseen sekä erilaiselle ajonopeudelle (Sheppard 2006, 8.10). Maastoajoon soveltuva ja oikea rengaspaine kuitenkin on haastava yhdistelmä parhaan etenemiskyvyn ja nopeus- sekä painorajoitusten yhdistämisessä (Sheppard 2006, 8.11).

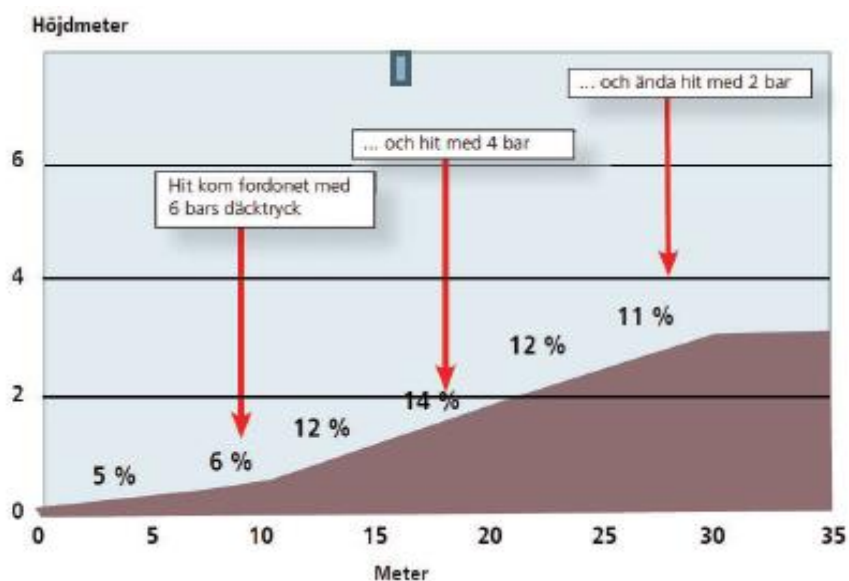
Schubert toteaa kitkan olevan kuningas puhuttaessa ajamisesta maasto-olosuhteissa, sillä ilman kitkaa eteneminen ei ole mahdollista. Rengaspaineiden laskemisella voidaan ajoalustan ja renkaan välistä kitkaa parantaa. Rengaspaineilla on merkitystä myös rengasriikon riskiin. Alentamalla rengaspaineita voidaan vähentää riskiä, että terävät kivet tai kalliolohkareet lävistäisivät renkaiden kulutuspinnan. Toisaalta alhaisemmille rengaspaineelle säädetyn renkaan kyljet vahingoittuvat helpommin. (Schubert 2017.)

Renkaan ajoalustaan aiheuttamaan kuormitukseen vaikuttaa ajoneuvon massan lisäksi myös rengaspaine. On osoitettu, että puutavara-ajoneuvon eturenkaan kuorman metsätielle tarkoitetuilla rengaspaineella ja kuormatulla ajoneu-

volla olevan pienempi kuin tyhjällä ajoneuvolla päätielle tarkoitetuilla rengaspaineella. Arvoina kuorma on kuormatulla ajoneuvolla metsätien rengaspaineella  $4,3 \text{ kg/cm}^2$  ja tyhjän ajoneuvon kuorma päätien rengaspaineella  $4,4 \text{ kg/cm}^2$ . (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 13.)

Rengaspaineen merkitystä tien urautumiseen on testattu Latviassa ajamalla 6-akselisilla ja 52-tonnisilla ajoneuvoyhdistelmillä, joista toinen oli varustettu rengaspaineen säätämisen mahdollistavalla laitteistolla. Tien kantavuutta ennen urautumiskoetta oli tarkasteltu pudotuspainolaitteella ja dielektrisyysmittaukset oli tehty Perco-asemalla. Esimerkiksi nostettiin urautumiskoe, joka päätien rengaspaineella jouduttiin keskeyttämään kahdeksan ylityskerran jälkeen tien petettyä. Kun vastaavasti metsätien rengaspaineella ajettaessa tie oli hieman urautunut, mutta käyttökuntoinen 31:n ylityskerran jälkeen. (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 20.)

Ajoneuvon veto- ja mäennousukykyyn rengaspaineella on myös merkitystä. Alennettaessa rengaspaine kuudesta baarista kolmeen ja puoleen baariin nousee ajoneuvon vetovoima 31 prosenttia. Metsätiellä ajoneuvon mäennousukykyä arvioitaessa on havaittu myös rengaspaineen merkitys. Alla olevassa kuvassa 5 on havainnollistettu rengaspaineen ja mäen jyrkkyyden merkitys ajoneuvon etenemiskyvylle. (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 22.)



Kuva 5. Mäennousukyky (Siekkinen ja Korpilahti 2015, 22)

Rengaspaineiden kontrolloinnista on hyötyä muissakin olosuhteissa, kuin maastoajossa. Erityisesti asetettaessa rengaspaine täyden kuorman ja suurimman nopeuden edellyttämälle tasolle, ovat renkaat haitallisesti ylipaineistettuja olosuhteissa, joissa ajoneuvoa ei käytetä suurimmalla sallitulla kuormalla ja nopeudella. Renkaiden ylipaineistus aiheuttaa ajoneuvon vaikeamman hallittavuuden, värinöitä, rengaskulumaa, rengasrikkoriskin ja tienpinnan vahingoittumisen. (Tireboss 2017.) Rengaspainetta alentamalla luodaan pidempi ”jalanjälki”, millä saadaan useampi renkaan kulutuspinnan nappuloista kosketamaan tienpintaa, millä parannetaan renkaan kitkaa ja ajoneuvon käsiteltävyyttä (MacCulloch ja Munro 2008, 16).

Paripyöräasennuksessa renkaiden oikea ja tasapainotettu rengaspaine korostuu ajattaessa kaltevalla tai uraisella tienpinnalla. Erityisesti liian korkea rengaspaine kuormittaa korkeammalla tienkohdalla olevaa rengasta enemmän, aiheuttaen rasitusta tienpinnalle ja pienemmällä kuormalla olevan renkaan luistamista. Luistava rengas kuluu enemmän kuin korkeammin kuormitettu rengas. Paripyöräasennuksessa ylitäytetyt renkaat lisäävät myös riskiä kivien joutumiselle renkaiden väliin ja vahingoittavan renkaiden kylkeä. (MacCulloch ja Munro 2008, 16–17.)

Rengaspaineen säätöjärjestelmän on huomattu tuovan mukavuutta tyhjänä ajattaessa. Kitkaketjujen käytön tarve on vähentynyt huomattavasti, sillä rengaspaineiden säädöllä saadaan lisää kitkaa renkaan ja tien välille. Esimerkiksi vesijäätiköllä kolmeen baariin alennettu rengaspaine lisää etenemiskykyä huomattavasti. Sama alennettu rengaspaine toimii myös pehmeässä hiekassa, jossa rengas kantaa paremmin. Tien pintakerrokseen kohdistuva paine pienee renkaan kosketusalan kasvaessa, ja samalla tiehen kohdistuva painumariski vähenee. Rengaspaineen säätöjärjestelmällä varustetulle ajoneuvolle onkin tavallista helpompi saada kelirikkoaikaisia ajolupia. (Konepörssi 2010.)

Liitteessä 1 on määritetty RG32M-partioajoneuvon rengaspaine suhteessa suurimpaan sallittuun nopeuteen. Määrittämisessä on käytetty renkaalle asetettua maksimikuormitusta. Käytettäessä aiemmin tässä teorialuvussa mainitsemaani kaavaa rengaspaineen määrittämisestä ajoneuvon kuormauksen mukaan, olisi rengaspaine maantieolosuhteissa kuormaamattomalla RG32M -partioajoneuvolla seuraava:  $(4500 \text{ kg} / 6150 \text{ kg}) \times 6.5 \text{ bar} = 4.8 \text{ bar}$ .



Rengaspaineen säätöjärjestelmän perusasetukseksi on kuitenkin valittu maantieolosuhteisiin suurimman sallitun akselimassan paine, jolloin kuljettajan ei tarvitse huolehtia kuormauksen vaikutuksesta rengaspaineisiin. (Landyonline s.a.)

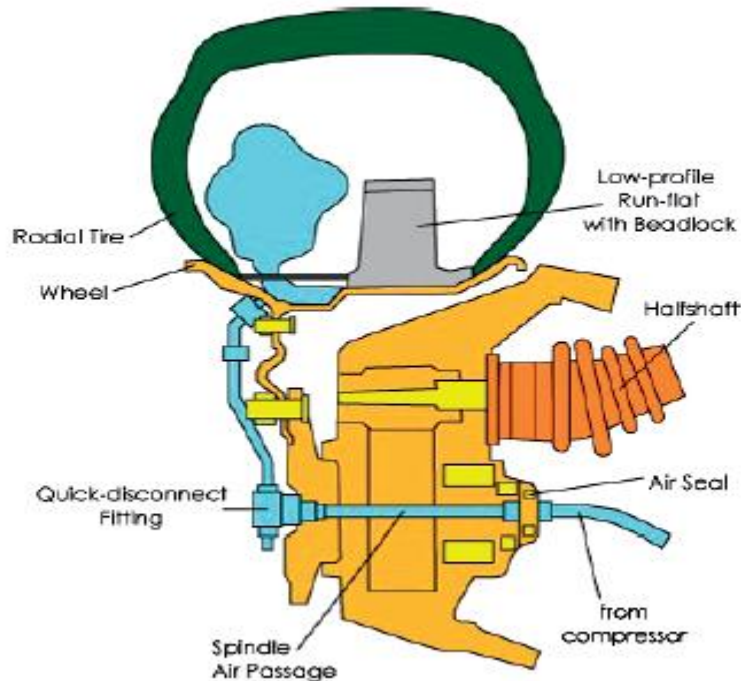
#### **4 RENGASPAINEN SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ**

Rengaspaineen säätöjärjestelmä on kehitetty sotilaskäyttöön 1940-luvulla Yhdysvalloissa. Myöhemmin se on levinnyt eri aloille ja erilaisiin ajoneuvoihin. Rengaspaineen säätöjärjestelmää hyödynnetään esimerkiksi maa- ja metsätaloudessa, öljyteollisuudessa, pelastusajoneuvoissa sekä kuluttajakäytössä maastoajoneuvoissa. Rengaspaineen säätäminen on Suomessa toistaiseksi kehitysvaiheessa, mutta esimerkiksi Metsähallitus edistää järjestelmän käyttöönottoa. Tällä hetkellä rengaspaineen säätöjärjestelmiä on asennettu 21:een puutavara-ajoneuvoon. Ruotsissa ja Isossa-Britanniassa rengaspaineen säätöjärjestelmän käyttäminen on huomattavasti yleisempää kuin Suomessa. (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 3.)

Kuten olen edellä tässä opinnäytetyössä maininnut, rengaspaineen säätöjärjestelmän historia ulottuu toiseen maailmansotaan. Sitä kehitettiin Neuvostoliitossa ja Varsovan liiton maissa parantamaan ajoneuvojen etenemiskykyä. 1980-luvun alkupuolelta alkaen monet Amerikassa valmistetut sotilasajoneuvot on varustettu rengaspaineen säätöjärjestelmällä. Myöhemmin järjestelmän käyttö laajeni teollisuuden sekä maa- ja metsätalouden käyttöön. Suurin käyttäjäryhmä sotilasteollisuuden ulkopuolella ovat puutavara-ajoneuvot. Täällä on havaittu olevan merkittäviä hyötyjä kuljetusturvallisuuden, kuljetuskustannusten ja maanteiden kulumisen suhteen. (Ghaffariyan 2017, 153.)

Paineilman siirtolinjojen rakentamiseen on kaksi pääperiaatetta: ulkopuolinen letkuasennus ja pyörännavan sisälle putkittaminen. Vaihtoehdoilla on hyvät ja huonot puolensa. Ulkopuolinen letkulla toteutettu paineilmalinja on yksinkertaisempi ja edullisempi, mutta altis ulkoisille vaurioille (kuten risuille ja muille esteille, joita maastoajossa voidaan kohdata). Pyörännavan sisälle putkitettu rakenne on huomaamaton eikä se ole yhtä altis ulkoisille vauriotekijöille. Se kuitenkin vaatii monimutkaisempia ratkaisuja, jotka itsessään ovat herkkiä vioille.

Pyörännavan sisälle putkitettu rakenne on monimutkaisuudessaan kalliimpi valmistaa. Edellä mainittu rakenne on esitetty alla olevassa kuvassa 6. (Ghaffariyan 2017, 154.)



Kuva 6. Paineilman syöttö renkaaseen (Ghaffariyan 2017, 154)

Alennettujen rengaspaineiden käyttäminen päällystämättömillä maanteillä on todettu vähentävän teiden sedimentoitumista ja uratumista siinä määrin, että järjestelmän käyttöä on alettu edellyttämään Kanadassa määrätyillä tieosuuksilla ja erityisesti huonojen sääolosuhteiden aikana. Ajo-ominaisuuksien muutosta tutkittaessa oli havaittu ohjaavien renkaiden aliohjautuvuuden vähenevän ja mäennousukyvyn huomattavasti parantuvan. (Ghaffariyan 2017, 155.) Roadex-tutkimushanke puolestaan on yhteispohjoismainen tutkimushanke, jossa tutkitaan muun muassa rengaspaineen säätöjärjestelmän hyötyjä Suomessa, Skotlannissa ja Latviassa (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 4).

Kanadalainen Tireboss on tietävästi ainoa nimenomaan puutavara-ajoneuvoihin suunniteltu rengaspaineen säätöjärjestelmä. Tireboss-järjestelmässä rengaspaineita voidaan säätää akseliryhmittäin. Järjestelmä on paineistettuna jatkuvasti. Kuljettaja voi valita rengaspaineen ajonopeuden ja kuormaustilanteen mukaisesti ohjaamossa sijaitsevasta käyttöpaneelistä. (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 3–5.) Toinen markkinoilla oleva rengaspaineen säätöjärjestelmä on

ranskalainen Syegon. Tällä rengaspaineen säätöjärjestelmällä on mahdollista säätää rengaspaineita renkaittain tai paripyörittäin. Järjestelmä on paineistettu vain mittauksen ja säätämisen aikana, käyttölaitteen sijaitessa ohjaamossa. (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 5.)

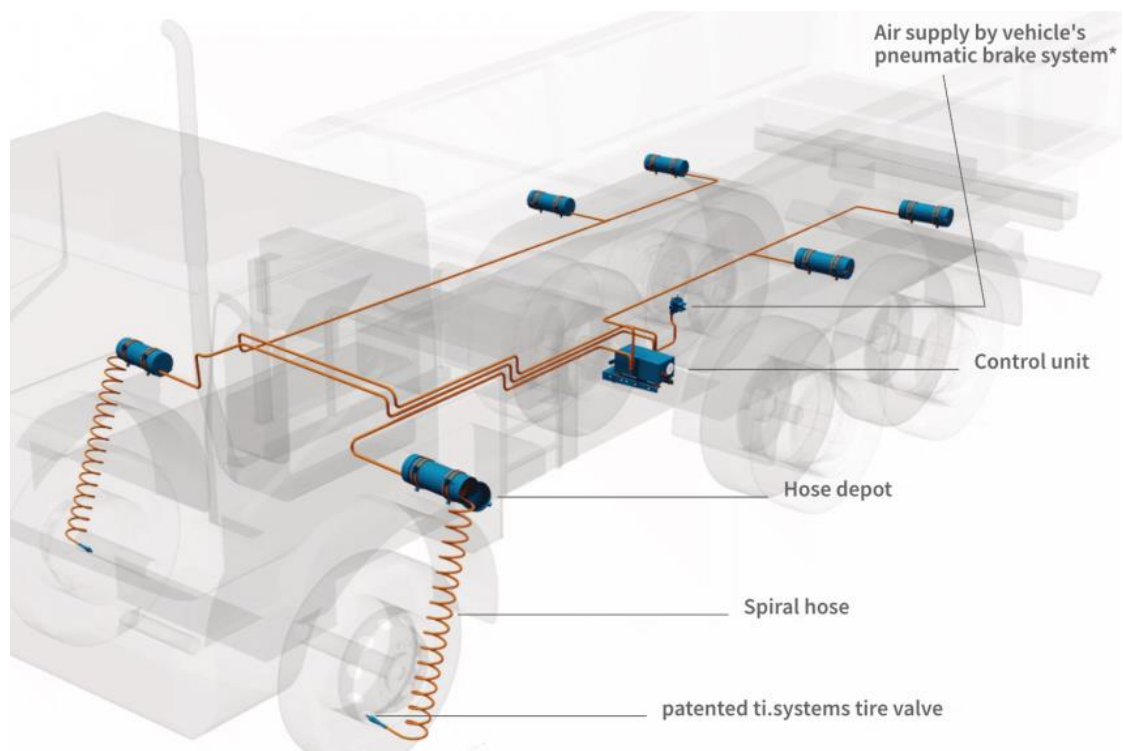
Danan rengaspaineiden säätöjärjestelmää on kehitetty 1980-luvulta alkaen ja nyt se on asennettavissa erilaisiin ajoneuvoihin ja akselirakenteisiin. Rengaspaineen säätöjärjestelmää käytetään sähkömekaanisesti ohjaamossa sijaitsevien käyttökytkimien avulla. Rengaspaineen säätäminen on mahdollista ajoneuvon liikkeessä. Järjestelmän varsinainen toiminta tapahtuu erillisen ohjainyksikön avulla, millä voidaan lyhentää tarvittavia letkutus- ja johdotuksia ajoneuvon ohjaamoon. Rengaspaineiden alentaminen tapahtuu pikapäästöventtiilien kautta. Käyttökytkimet ohjaamossa ovat yksinkertaiset, joilla voidaan valita kolme maastoasetusta ja kaksi kuormaustilaa. Ohjainlaite voidaan asentaa keskustelemaan ajoneuvon eri ohjainlaitteiden kanssa J1587 ja J1939 tiedonsiirtoväyliä käyttäen. Ohjainlaitteella voidaan ohjata esimerkiksi ABS-järjestelmän toimintaa tai ajoneuvon ajonopeutta. (Dana 2018.)

Rengaspaineen säätöjärjestelmä voidaan varustaa myös monitorointijärjestelmällä. Sillä yhdistetään ajoneuvon sijainti- ja rengaspainetieto. Monitorointijärjestelmän tarjoama hyöty on rengaspaineen säätöjärjestelmän oikean käytön varmistamisessa. Se on tärkeää esimerkiksi kelirikkoaikoina, jolloin joillekin ajoneuvoille on annettu erikoislupa käyttää tiettyjä tieosuuksia rengaspaineen säätöjärjestelmää käyttäen. (Korpilahti ja Siekkinen 2015, 40.)

Rengaspaineen säätöjärjestelmän nopeus rengaspaineen nostamiseen on pitkälti yhteydessä ajoneuvon ilmantuottojärjestelmän kykyyn tuottaa paineilmaa. MacCullohin ja Munron esimerkissään tarkasteleman ajoneuvon paineilmakompressorin tuotto oli 800 l/min moottorin pyörintänopeuden ollessa 2000 kier/min. On kuitenkin epätavallista käyttää moottoria niin kovilla kierroksilla. Kohtuulliseksi tasoksi on valittu 1400 kier/min, jolloin saavutetaan noin 500 l/min ilmantuotto. Tällöin 276 kPa:n rengaspaineen nostaminen koko ajoneuvoyhdistelmälle kestää 11,8 minuuttia. (MacCulloch ja Munro 2008, 39.)

ti.systems GmbH:n historia alkoi vuonna 1991, kun Thomas Pösges ja Bert-ram Tigges perustivat yrityksen PTG Pösges & Tigges GmbH. Heidän tavoitteenaan oli helpottaa raskaiden ajoneuvojen käsittelyä hankalissa maasto-olosuhteissa. Nykyisellä nimellään yritys on toiminut vuodesta 2016, jolloin alkuperäisestä yrityksestä irrotettiin hyötyajoneuvoihin keskittyneet toiminnot. He ovat varustelleet erilaisilla rengaspaineen säätöjärjestelmillä enemmän kuin 15 000 ajoneuvoa ympäri maailman. Käyttötarkoituksia löytyy palo- ja pelastusajoneuvoista, erikoiskuljetuksista, vuoristoalueiden etsintä- ja partiointiajoneuvoista, teollisuuteen ja sotilaskäyttöön. (ti.systems s.a.)

Opinnäytetyössäni käsittelemäni ja RG32M-partioajoneuvoon asennettu rengaspaineen säätöjärjestelmä kantaa nimeä STIS eli Semi-automatic Tyre Inflation System. Järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi ajoneuvon ollessa paikallaan. (ti.systems s.a.)



Kuva 7. Rengaspaineen säätöjärjestelmän periaatekuva (ti.systems s.a)

Yllä olevassa kuvassa 7 on esitetty rengaspaineen säätöjärjestelmän osakonnaisuudet sekä niiden sijoittuminen ajoneuvoon. Järjestelmän tarvitsema paineilma tuotetaan ajoneuvon omalla paineilmajärjestelmällä. Mikäli ajoneuvosta ei sellaista löydy, voidaan paineilman tuottamiseen käyttää myös ti.syste-

tems:n toimittamaa paineilmakompressoria. Pneumaattisesti toimivaan säätöjärjestelmään syötetään haluttua rengaspainetta suurempi paine. Jokaisen renkaan läheisyyteen kiinnitetään letkukotelo, joka pitää sisällään spiraaliletkun ja liittimen kiinnitettäväksi rengasventtiiliin. Säätölaitteesta valitaan suunnitellun mukainen ajo-olosuhde, jonka jälkeen spiraaliletku kiinnitetään rengasventtiiliin. Rengaspaine säätyy säätölaitteeseen asetetulle tasolle ilman, että oikeasta rengaspaineesta tarvitsee huolehtia. (ti.systems s.a.)



Kuva 8. Säätölaite (ti.systems s.a)

Yllä olevassa kuvassa 8 esitellyssä säätölaitteessa on mahdollisuus säätää rengaspaine erisuuruiseksi etu- ja taka-akselille sekä valita neljä erilaista maasto-olosuhdetta. Säätölaitteen toiminta on kokonaan pneumaattista, eikä siinä ole mitään sähköosia. Sähkötömyys lisää tuotteiden toimintavarmuutta sekä helpottaa mahdollisia huoltotoimia. Kuten valmistaja sivuillaan ilmaisee, nämä ominaisuudet tekevät säätölaitteesta erittäin kulutusta kestävän. (ti.systems s.a.)

RG32M -partioajoneuvoon on määritetty valittavina olevat rengaspaineet käyttöolosuhteiden mukaisesti seuraavasti: maantie (HWY) (etuakseli / taka-akseli) 3,0 bar / 6,5 bar, maastoajo (OFR) 2,5 bar / 5,0 bar, pehmeä hiekka ja muta (S/M) 2,0 bar / 3,0 bar, sekä poikkeustilanne (EMC) 1,5 bar / 2,0 bar. Säätölaitteessa on mittarit myös etu- ja taka-akselien rengaspaineille. Niistä näkee kulloisenkin vallitsevan rengaspaineen ja voi seurata paineensäädön etenemistä. Säätölaitteessa on järjestelmän paineistamista varten ON / OFF -kytkin. (ti.systems s.a.)

Letkukoteloita ajoneuvoon on sijoitettu neljä kappaletta, yksi kunkin renkaan läheisyyteen. Letkukotelot on valmistettu sään ja UV-säteilyn vaikutukset kestävistä muovista. Koteloiden kannet ovat varustettu taipuisalla vaijerilla ja karbiinihajoilla. Koteloissa oleva spiraaliletku on valmistettu polyamidista ja varustettu ti.systemsin patentoimalla rengasventtiilillä. Spiraaliletkun pituus on 1500 mm. Alla oleva kuva 9 on kotelosta ja sen sisältämästä spiraaliletkusta. (ti.systems s.a.)



Kuva 9. Letkukotelo ja spiraaliletku (ti.systems s.a)

Ajoneuvon vanteisiin rengasventtiilin paikalle kiinnitetään letkun täyttöliittimiin soveltuva rengasliitin. Patentoidun rengasliittimen kuvassa 10 virtausominaisuudet ovat hyvät, joten rengaspainetta voidaan säätää jopa kahdeksan kertaa nopeammin verrattuna tavanomaiseen venttiiliin. (ti.systems s.a.)



Kuva 10. Patentoitu rengasliitin (ti.systems s.a)

Rengasliittimeen on saatavilla adapteri myös normaalin rengaspainemittarin kanssa esimerkiksi korjaamo-olosuhteissa käytettäväksi (ti.systems s.a).

## 5 LAADULLINEN TUTKIMUS

Laadullisen tutkimus on ainutkertaista ja sidoksissa tilanteeseen, jossa tutkittu ilmiö esiintyy ja sitä tarkkaillaan. Erityisen tärkeää on ymmärtää juuri tilannesidonaisuus ja sen merkittävyys tehtäessä tulkintoja tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa. Muutoin merkittävien väärinkäsitysten riski on ilmeinen. Samaa ilmiötä voidaan tarkastella useammassa eri ympäristössä, jolloin saadut tulkinnat voivat poiketa suuresti toisistaan niiden ollessa sidottuna kulloiseenkin tilanteeseen. Tilannesidonaisuutta ei aina tuoda tutkimuksessa riittävästi esille, vaan sitä pidetään itsestään selvyytenä tutkimuksen tekijän näkökulmasta. (Pitkäranta 2014, 27.)

Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on tutkia ihmisen tekemiä valintoja, niiden seurauksia ja sitä, miten ihminen kokee erilaiset ilmiöt. Ei niinkään luonnonilmiötä ja niihin verrattavia tapahtumia. Erilaiseen reagointiin samasta asiasta vaikuttaa ihmisten erilainen arvostus samalle asialle. (Pitkäranta 2014, 74.) Laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on tulkita ymmärtää, sekä mahdollisesti mallintaa tutkittava asia. Tavoitteena on ymmärtää ilmiö todellisena ja perusteltavissa olevana tapahtumana. Tutkimuksessa yhdistetään empiriaa ja teoriaa sellaisesta ilmiöstä, josta voidaan löytää erilaisia näkökantoja ja käydä keskustelua. Laadullisessa tutkimuksessa ei pyritä muotoilemaan teoriaa vaan löytämään yhteenliittyviä aineistosta ja teoriasta. (Pitkäranta 2014, 33.)

Laadullisen tutkimuksen menetelmät vievät tutkijan tutkimuksen kohteiden alueelle ilman, että nämä näkisivät tutkijan olevan tunkeilija. Tutkijan ja tutkittavien subjektiivisuus on osa tutkimusprosessia. Tutkittavien toiminnasta, ärsykeistä ja tunteista tulee osa dokumentoitua tutkintaa. (Flick 2009, 15.)

Laadullisen tutkimuksen menetelmillä etsitään vastauksia kysymyksiin tutkimukseen osallistujan kokemuksesta, kokemuksen merkityksestä ja sen näkökulmasta. Näitä asioita ei voida mitata tai laskea. (Hammarberg, Kirkman ja de Lacey 2016, 498.)

Abduktio on C.S Piercen kehittämä päättelymuoto, joka ohjaa löytämään ilmiöön parhaiten sopiva selitys. Tätä kutsutaan myös parhaan selityksen argu-

mentiksi. Selityksiä voi olla siis useampi, mutta tällä pyritään löytämään todellinen, empirian todistava selitys. Abduktio ei johda väistämättä oikeaan selityseen, vaan jättää mahdollisuuden sille, että jokin toinen huomiotta jäänyt päättelmä olisi ollut oikea. (Tieteen Termipankki 2018.) Abduktiivisessa päättelymuodossa käytetään asiantuntijuuden perusteella tunnistettuja ja havaittuja piirteitä ilmiöistä. Täten päättelyä voidaan ohjata kohti teoreettisia malleja, joiden avulla voidaan havaita ilmiöstä uusia laatuja teorian tueksi. (Pitkäranta 2014, 33.)

Laadullisia tutkimuksia tehtäessä on myös huomattu, että henkilökohtaisia intressejä, sosiaalisia- ja kulttuuritaustoja ei voida kitkeä pois tutkimuksen vaikutteista. Tutkimuksissa löydetty havainnot ovat usein kaukana päivittäisistä toiminnoista, tai niitä ei hyödynnetä niin hyvin kuin olisi mahdollista. (Flick 2009, 14.)

Laadullisessa tutkimuksessa tutkimustekniikoina voidaan käyttää myös pienryhmäkeskusteluita selvittämään uskomuksia, asenteita ja käsitteitä. Puolistrukturoituja haastatteluja käytetään aiheen tarkkaa olemusta ja asiantuntijuuden kautta tulevaa ymmärrystä varten. Syvähaastatteluilla selvitetään kokemustuntemusta ja henkilökohtaista perspektiiviä tutkimukseen osallistuvan henkilön kautta. (Hammarberg, Kirkman ja de Lacey 2016, 499.) Laadullista tutkimusta on käytetty paljastamaan todellisia ongelmia yksittäisissä tilanteissa, missä pienryhmäkeskustelun osallistuja on perustellut oman kokemuksensa, ja mikä on johtanut muuttuneeseen näkemykseen (Hammarberg, Kirkman ja de Lacey 2019, 499).

Laadullinen tutkimus ei ole helppo vaihtoehto anekdoottien keräämiseksi, vaan siihen kuuluu yleensä monimutkainen teoreettinen ja filosofinen kehys. Tutkittavan ilmiön tarkka analyysi suoritetaan ilman suoraviivaista matemaattista apua tai sääntöjä. Tutkijan on osoitettava tutkimuksen paikkansapitävyys ja päätelmät useita eri lähteitä käyttäen. Lähteitä ja aineistoa on käsiteltävä laadullisen tutkimuksen menetelmin. (Hammarberg, Kirkman ja de Lacey 2016, 499.)

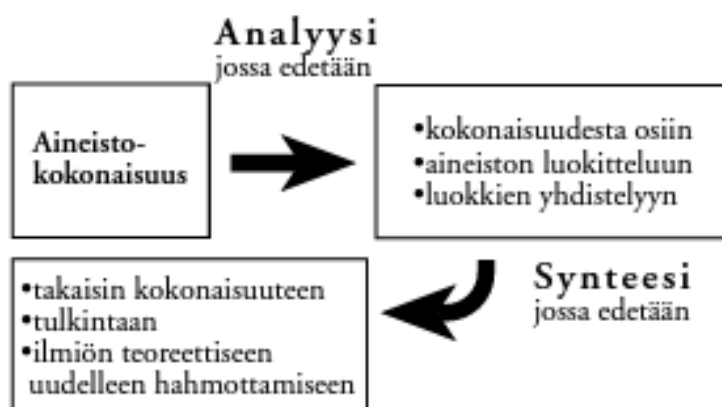


Laadulliseksi tutkimukseksi tai sen haaraksi ovat tutkijat nimenneet yli 40 erilaista suuntausta kyseenalaistaen samalla suuntausten yhteisen ytimen. Edes pohjan on kyseenalaistettu olevan riittävän samankaltainen, että voitaisiin puhua laadullisesta tutkimuksesta. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 1997, 153–154.)

Metodikirjallisuuden avulla voidaan löytää laadullisen tutkimuksen yhteisiä piirteitä hyödynnettäväksi tutkimusaineiston kokoamisessa. Aineisto pyritään koamaan mahdollisimman luonnollisessa ympäristössä ja todellisia tilanteita vastaavissa olosuhteissa ihmisen ollessa tiedonkeruun lähde. Laadullisessa tutkimuksessa luotetaan enemmän haastatteluissa ja keskusteluissa havainnoituihin ilmiöihin, kuin erilaisilla mittareilla saatuun tietoon, vaikkakin tiedonkeruun menetelminä voidaan käyttää erilaisia lomakkeita ja valmiiksi laadittuja testejä. Tarkoituksena on kuitenkin antaa tutkittavan näkökulmalle mahdollisimman paljon tilaa nousta esille ja käsitellä tutkittavan kokemuksia ainutlaatuisina. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimussuunnitelma muotoutuu usein tutkimuksen edetessä, mikä edellyttää joustavuutta tutkimuksen tekijältä. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 1997, 154–155.)

Laadullisessa tutkimuksessa ei etsitä täydellistä totuutta tutkittavasta ilmiöstä, vaan tulkintojen perusteella tuodaan esiin seikkoja, jotka eivät ole välittömin havainnoin tavoitettavissa. Tutkijan tulee huomioida ympäristö, jossa ilmiötä tutkitaan. Ympäristöön vaikuttavat esimerkiksi sosiaaliset ja kulttuuriset seikat, tai erilaisista motiiveista tapahtuva ilmaisun muuntaminen. Laadullisen tutkimuksen prosessiin vaikuttaa myös tutkijan laatima tutkimusaikataulu, aineisto ja se, kuinka syvälle tutkittavassa ilmiössä ja sen merkityssuhteissa on tavoite päästä. (Vilkkä 2005, 98–99.)

Alla olevassa 11 kuvassa on yksinkertaistettuna analyysin käsittelyjärjestys. Eli ajatus aineistokokonaisuuden pilkkomisesta ja siitä luodusta synteisistä, eli ymmärryksestä. Siitä edetään takaisin kokonaisuuteen eli tulkintaan.



Kuva 11. Haastatteluaineiston käsittely (Hirsijärvi ja Hurme 2008, 144)

Haastatteluaineistojen tulkinnessa on tarkoitus päätyä onnistuneeseen lopputulokseen. Samaa aineistoa analysoitaessa voidaan näkökulman mukaan päätyä erilaisiin tulkintoihin. Tavoite on kuitenkin se, että lukija voi löytää tekstistä asiat, jotka tutkija on kokenut tärkeiksi ja löytämisen arvoiseksi luodessaan synteesiä tutkittavasta ilmiöstä. Tutkimusta kirjoittaessa tulee muistaa, että tutkija on tulkinut havaintojaan tulkittavasta ilmiöstä ja lukija puolestaan tulkitsee havaintojaan tutkimuksesta. Alkuvaiheessa tutkimusta havainnot ovat yleisesti kokonaisvaltaisia, tietyissä vaiheissa havainnoidaan hyvin yksityiskohtaisesti ja lopussa laaditaan ymmärrettävää ja kokonaisvaltaista selitystä tutkimuksen kohteena olevalle asialle. (Hirsijärvi ja Hurme 2008, 151–152.)

Sisällönanalyysi on perusanalyysimenetelmänä. Se voi olla joko yksittäinen metodi, tai myös teoreettinen viitekehys tutkimukselle. Sisällönanalyysimenetelmällä tarkasteltu aineisto on järjestelty ja tiivistetty valmiiksi johtopäätöksille, mutta se ei suoranaisesti tuo esiin tutkimustuloksia. Menetelmää onkin arvosteltu siitä, että se tuottaa helposti keskeneräisiä tutkimuksia. Keskeneräisyys tutkimuksissa näkyy siten, että tutkija on tuottanut hyvin tarkan kuvauksen menetelmistä ja järjestänyt aineiston selkeään ja luettavaan muotoon. Tutkija saattaa esitellä sitä tutkimustuloksina, vaikka kyseessä on vasta aineisto ilman johtopäätöksiä. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 117–118.)

Sisällönanalyysi on menetelmä, jolla voidaan tarkastella kirjallista aineistoa järjestelmällisesti ja tasapuolisesti. Menetelmällä aineistosta saadaan kuva yksinkertaistetussa muodossa tulkintojen ja päätelmien tekoa varten. Sisällönanalyysi on tekstianalyysia, jossa etsitään tekstistä merkityksiä. Tämän

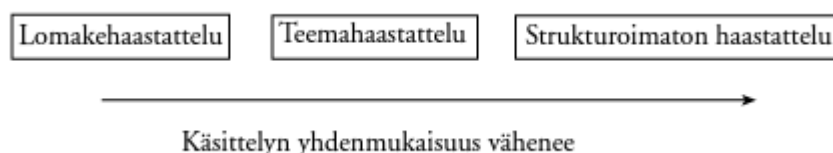
vuoksi käytetty analyysimenetelmä soveltuukin erinomaisesti haastatteluaineiston analysointiin. Tutkittava haastatteluaineisto saa olla aivan strukturoimatonta tai täysin strukturoitu teemahaastattelu. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 117–119.)

Pitkäranta (2014, 97) painottaa teoksessaan opinnäytetyön olevan harjoitustyö, joka kertoo tekijänsä oppineisuudesta ja valmiuksista toteuttaa oman alansa tutkimuksia, vaikka tutkimus ei olisi tieteellisesti merkittävä. Tästä syystä painotuksen tulisi olla tulkintojen laadussa eikä siinä, kuinka laaja tutkimusaineisto on.

## 6 TUTKIMUSHAASTATTELU

Haastattelun tekemiseen on karkeasti rajattuna käytävissä kolme eri menetelmää. Jakava tekijä on menetelmien strukturointiaste. Hirsijärvi ja Hurme kiteyttävät haastattelumenetelmien eron siten, että määräävä tekijä on kysymysten asettelu sekä miten paljon haastattelijä jäsentää tilannetta. Eniten kohdennettu haastattelumuoto on lomakehaastattelu. Siinä haastattelijä on valinnut kysymykset sekä sen, missä järjestyksessä kysymykset esitetään. Lomakehaastattelua käytetään paljon ja se onkin toimiva silloin, kun halutaan saada tarkat vastaukset, joita voidaan jatkokäsitellä tilastotieteen tai kvantitatiivisilla menetelmillä. Toista ääripäätä edustaa strukturoimaton haastattelu. Strukturoimaton haastattelu sopii käytettäväksi silloin kun on tarkoitus saada esimerkiksi ihmisestä tai ilmiöstä mahdollisimman paljon tietoa. Strukturoimaton haastattelu muistuttaakin enemmän keskustelua, jota haastattelijä voi ohjata halumaansa suuntaan esittämällä lisäkysymyksiä ja pyytämällä haastateltavaa kertomaan lisää määrättyistä osa-alueista.

Alla oleva kuva 12 yksinkertaistaa haastattelumuodot suhteessa käsittelyn etenemiseen. (Hirsijärvi ja Hurme 2008, 43–45.)



Kuva 12. Haastattelumuodot (Hirsijärvi ja Hurme 2008, 44)

Haastatteluaineiston keräämiseen tässä opinnäytetyössä käytetään puolistrukturoitua teemahaastattelua. Mielestäni se on soveltuvin siksi, koska siinä haastattelu pystytään kohdistamaan tarkasti aiheeseen, mutta haastateltavalle jää kuitenkin tilaa tuoda esiin omia näkökulmiaan. Haastattelumenetelmästä voidaan käyttää myös nimityksiä teemahaastattelu tai kohdennettu haastattelu. (Hirsjärvi ja Hurme 2008, 43–45.)

Tutkimushaastattelu on tärkeimpiä laadullisen tutkimuksen tiedonkeruumenetelmiä ja sitä voidaan käyttää myös pilottitutkimuksena ennen varsinaisen haastattelun suorittamista (Dumay ja Qu 2011, 238). Puolistrukturoidulle eli teemahaastattelulle on ominaista haastattelujen teema-alueiden tunnistaminen, mutta kysymysten tarkka järjestys ja muoto puuttuvat (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 203).

Teemahaastattelulla on ominaispiirteitä, joiden vuoksi se erottuu muista haastattelulajeista merkittävästi. Haastateltavia valittaessa on tiedettävä, että he ovat joko kokeneet kohteena olevan ilmiön, ovat sen aihealueen asiantuntijoita tai ovat muuten sellaisessa asemassa, että heiltä voidaan olettaa saatavan perusteltuja vastauksia. Haastattelijan tulee tuntea ilmiö melko hyvin. Niin ikään hänen tulee olla perehtynyt sen taustoihin sekä rakenteeseen. Kysymykset kohdistetaan haastattelusuunnitelman mukaan havainnoimaan kohdehenkilön subjektiivisia kokemuksia ja tilanteita tutkimuksen kohteesta. (Merton, Fiske ja Kendall 1956, Hirsjärvi ja Hurme 2008, 47.)

Haastattelu laadullisessa tutkimuksessa on ainutlaatuinen menetelmä tiedon keräämiseksi sen vuoksi, että siinä tutkimuksen kohde saa itse kertoa kokemiinsa ilmiöitä. Haastattelu on vuorovaikutustilanne haastateltavan kanssa ja sen merkittävimpana etuna pidetään ketteryttä aineistoa kerätessä. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 199.)

Laadullisessa tutkimuksessa tiedonkeruumenetelmien tulee olla perusteltuja, mikä tulee myös huomioida tehtäessä päätöstä haastattelun soveltumisesta tutkimuksen kohteena olevan ongelman ratkaisuun. Haastattelua on käytetty laadullisessa tutkimuksessa päämenetelmänä. Haastattelu on joustava tiedon-

keruumuoto, joka on mukailtavissa vastaajien sekä tilanteen mukaan. Esimerkiksi aiheiden järjestystä voi muuttaa ja vastauksia voi tulkita ketterämmin kuin normaalissa kyselyssä. Haastattelumenetelmän valinnan perustelut vaihtelevat konkretiasta monimuotoisiin filosofisiin lähtökohtiin. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 200.)

Haastattelun valintaa tutkimuksen tiedonkeruumenetelmäksi voidaan arvioida esimerkiksi seuraavien syiden perusteella: korostetaan ihmisen roolia tutkimuksessa ja nähdään hänet subjektina antaen mahdollisuus kertoa kokemuksestaan vapaasti. Vastausten suuntautuminen ei ole tutkijalle ennalta arvattavaa. Tarkoituksena on sijoittaa haastattelutulos laajempaan kokonaisuuteen. Tällöin saadaan mahdollisimman laaja mielipide tutkittavasta aiheesta. Säilytetään mahdollisuus tarkentaa ja laajentaa saatavia vastauksia ja voidaan esittää lisäkysymyksiä. Haastattelemalla on mahdollista selvittää myös herkkiä ja vaikeita asioita. Siitä huolimatta jotkut katsovat kyselyllä kerättävän materiaalin olevan parempaa, koska se antaa tutkittavalle mahdollisuuden olla tuntematon ja etäinen. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 200–201.)

Haastattelulla on siis tiedonkeruumenetelmänä sekä hyviä että huonoja puolia. Haastattelu koetaan helpoksi ja tehokkaaksi tavaksi kerätä tietoa, mutta todellisuudessa haastattelu edellyttää paljon valmistautumista ja kouluttautumista haastattelijan tehtävään. Haastateltava voi kokea tilanteen uhkaavaksi ja rajoittaa vastaamistaan. Vastaavasti hän voi myös kertoa paljon sellaista tietoa, mitä tutkija ei edes ymmärrä kysyä. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 201.)

Laadullisen tutkimushaastattelun tekemistä Dumayn ja Qun mukaan ei voida pitää vähäpätöisenä suorituksena. Sen tekeminen ei rajoitu vain huolelliseen kuunteluun ja muistiinpanojen tekemiseen, vaan edellyttää myös huolellista suunnittelua ja valmistelua tietojen keräämiseksi. Tutkijan pitää hankkia riittävästi asiantuntemusta tutkittavasta aiheesta voidakseen laatia laadukkaita ja perusteltuja kysymyksiä. Haastattelua suunniteltaessa harkitaan muun muassa haastateltavien määrä, haastattelijat, haastattelun tyyppi ja haastatteluiden analyysimenetelmät. (Dumay ja Qu 2011, 239.)

Teemahaastatteluiden kesto on tavallisesti alle kaksi tuntia, mutta on mahdollista, että ne kestävät useita tunteja. Haastattelun keston merkittävästi haastateltavan puheliaisuus niukkasanaisestä todella puheliaaseen persoonaan. Haastatteluteemojen toimivuutta haastattelija voi testata koehaastatteluilla, joiden yhteydessä hän voi myös harjoitella suhtautumista erilaisiin haastateltaviin. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007, 206.)

Haastattelut tarjoavat tekijöilleen hyödyllisen alustan ja tilaisuuden oppia haastateltavien maailmasta. Tosiasiallinen ymmärtäminen voi kuitenkin joskus olla vaikeaa: vaikka haastateltava ja haastattelija puhuvat samaa kieltä voi sanoilla olla eri merkitys heidän ympäristöissään. Tähän haastattelija voi valmistautua tutustumalla etukäteen haastateltavan kulttuurilliseen ympäristöön. (Dumay ja Qu 2011, 239.)

Neopositivistinen näkemys voi tuottaa voimakkaasti jäsenneltyjä haastattelutuloksia ja sen seurauksena huolenaiheena on tutkijoiden omien näkemysten ja havaintojen yleistävyyden lisääntyminen. Tutkijat ottavat tällöin suunnittelussa erittäin aktiivisen roolin, ja onkin mahdollista, että he tahtomattaankin vääristävät tutkimustuloksia. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää käyttää standardisoituja menetelmiä tutkimuksen valmistelussa. Toisaalta tiukan standardisoiduissa menetelmissä pysymisen Dumay ja Qu väittävät tuhoavan mahdollisuuden vangita yksityiskohtia. Niin ikään se rajoittaa joustavuutta mukauttaa menetelmiä tarpeen mukaan. (Dumay ja Qu 2011, 244.) Neopositivismiä voidaan pitää positivismin myöhempänä vaiheena, joka sitoutuu objektiivisen ja empirismin ajatukseen ja jossa yhä enemmän etusijalla pidetään induktiota (Delanty ja Strydom 2003).

Teemoiteltaessa litteroitua haastatteluaineistoa korostetaan, mitä kustakin teema-aiheesta on sanottu. Teemoittelun tuloksena saadaan pilkottua laadullinen aineisto ja jaettua se uudestaan aihepiirien mukaan. Näin toimien aineistosta voidaan etsiä teemaa kuvaavia asioita ja luoda niistä kokonaisuuksia. Kokonaisuudet kerätään tyypillisesti yhteen kertomukseen. (Tuomi ja Sarajärvi, 2018, 105–107.)

Litteroinnissa eli haastattelun puhtaaksikirjoittamisessa on kaksi pääsuuntaa. Aineisto voidaan ensinnäkin kirjoittaa sanasanaisesti puhtaaksi koko haastattelumateriaalista. Puhtaaksikirjoittaminen voidaan niin ikään tehdä teemoittain koodaamalla. Tällöin jo tässä vaiheessa valitaan, miten haastattelun osa-alueet järjestellään. Jos haastatteluja ei ole montaa, eivätkä ne ole olleet pitkiä, eli useamman tunnin mittaisia, voidaan käyttää suoraan aineistosta päätelmien tekemistä. (Hirsjärvi ja Hurme 2008, 138.)

Halutessa kerätä runsaasti tietoa tutkimuskohteesta, ovat haastattelut siihen tehokas työkalu. Kasvokkain tapahtuvalle tiedonkeruulle ei ole todellista korvaajaa. (Guion 2001.)

## **7 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN**

Tässä luvussa kerron tutkimuksen tekemiseen valmistautumisesta ja siitä, miten olen tutkimuksen suunnitellut etenevän. Lisäksi kerron haastatteluiden toteuttamisesta, niiden litteroinnista ja teemoitlemisesta sekä tulkinnan vaiheista.

Tutkimukseni tekemisen olen rytmittänyt tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa esittämäni aineiston analyysia kuvaavan kuvan 11 mukaan. Ensin kerään aineisto kokonaisuudessaan, eli teoriaosuus ja haastatteluiden tulokset. Tämän jälkeen haastatteluiden tulokset ryhmitellään valittujen teemojen mukaisesti. Ryhmiteltyjä tuloksia verrataan kustakin teemasta kerättyyn teoreettiseen tietoon. Vertailu suorittamalla päästään tulkintaan: onko haastateltavan kokemus yhteneväinen teoreettisen tiedon kanssa ja onko haastateltavalla siihen jotain lisänäkökulmia? Lopputuloksena tulisi olla kokonaisuus ja tulkinta tutkittavasta ilmiöstä.

### **7.1 Tutkimukseen valmistautuminen**

Tutkimukseni suunnitteluvaiheessa perehdyin aiheeseen liittyvään teoreettiseen tietoon, kuten rengaspaineen vaikutuksiin ajoneuvojen ajo-ominaisuuksiin vaihtuvissa maastoajo-olosuhteissa sekä menetelmiin rengaspaineen

muuttamiseksi. Rengaspaineen merkityksen ymmärtämiseksi koen työ- ja harastuskokemusteni olleen suureksi avuksi. Kilpa-autoilua noin 20 vuotta harastaneena olen huomannut rengaspaineen pienenkin muutoksen vaikuttavan suuresti renkaan ja sitä kautta auton ajo-ominaisuuksiin. Kilpa-autoilua ei tietenkään voi suoraan verrata maastoajoon panssaroidulla partioajoneuvolla, mutta se auttaa ymmärtämään, kuinka tärkeästä asiasta rengaspaineesta on kyse ajoneuvon ajo-ominaisuuksien kannalta.

Tutkimusvaiheeseen valmistauduin tutustumalla laadullisen tutkimuksen perusteisiin ensinnäkin käymällä runsaasti aiheeseen liittyviä keskusteluja pro gradu -tutkielmiaan tekevien lähipiiriini kuuluvien ihmisten kanssa. Haastatteluita varten laadin liitteenä 2 olevat kysymyslomakkeet. Lomakkeet pyrin puolistrukturoidun asiantuntijahaastattelun periaatteiden mukaisesti tekemään sellaisiksi, että haastattelukysymykset olisivat mahdollisimman tarkasti haastateltavien asiantuntijoiden erikoisosaamiseen liittyviä kysymyksiä, jättäen kuitenkin tilaa vapaalle kerronnalle.

Haastattelut tallensin nauhoittamalla puheen äänitallentimelle.

Tutkimusta varten haastattelin kahta asiantuntijaa. Heillä on laaja kokemus niin rengaspaineen merkityksestä ajoneuvon maastoajo-ominaisuuksiin, rengaspaineen säätöjärjestelmistä, RG32M-partioajoneuvon käyttämisestä ja sen ominaisuuksista erilaisissa maasto-olosuhteissa.

Ensimmäisellä haastattelemallani asiantuntijalla (asiantuntija 1) on pitkä, noin 25 vuoden kokemus ajoneuvojen käytöstä haastavissa maasto-olosuhteissa. Hän on työskennellyt Sisu Defence Oy:ssä, sittemmin Patria Vehicles Oy:ssä ja toimii nykyisin oman yrityksensä kautta asiantuntijana erilaisten ajoneuvojen maastoajo-ominaisuuksia tutkittaessa ja parantaessa. Hänen toimintakenttänään ovat olleet niin eurooppalaiset olosuhteet kuin myös Lähi-idän upottavat ja pehmeät hiekka-aavikot. Asiantuntija 1 on myös Millog Oy:n yhteyshenkilö rengaspaineen säätöjärjestelmän valmistaneen ti.systemsiin. Hän toimi asiantuntijana rengaspaineen säätöjärjestelmän hankinnoissa sekä soveltuvien ja tarpeellisten ominaisuuksien yksilöinnissä niitä varten.



Toinen haastattelemanasi asiantuntija (asiantuntija 2) työskentelee puolustusvoimien kouluttavassa joukko-osastossa RG32M-partioajoneuvoista vastaavana henkilönä. Hän on siis päivittäin ajoneuvon kanssa tekemisissä. Hän vastaa niiden toimintakunnosta, koulutustehtävistä sekä mahdollisista kehitystehtävistä. Viimeksi mainitulla tarkoitan esimerkiksi juuri rengaspaineen säätöjärjestelmän käyttöönoton vaikutusta koulutukseen sekä käyttäjien suorittamaan kunnossapitoon. Rengaspaineen säätöjärjestelmän kehitysprojekti oli käynnistynyt jo ennen kuin hän oli aloittanut edellä mainitussa tehtävässä. Asiantuntija 2:a haastatellessani keskustelimme paljon siitä, miten käyttäjät omaksuvat uuden järjestelmän, ja millaiseksi käyttäjät kokevat järjestelmän asennuksen ja käytettävyyden.

Molemmat haastateltavat olivat haastattelutilanteessa varmoja ja asiantuntevia. Arvioin heidän työkokemusvuosiensa aiheuttaneen eroavuuksia siinä, miten haastateltavat reagoivat kysymyksiin. Asiantuntija 2 vastasi hyvin suoraan ja selkeästi esittämiini kysymyksiin tuoden esiin tuoreet kokemuksensa, kun taas asiantuntija 1 vastasi useita kertoja taustoittaen näkemyksiään monen vuoden takaisilla kokemuksillaan peilaten niitä tuoreisiin haasteisiin.

Haastattelukysymykseni laadin siten, että niiden vastaukset olisi mahdollista ryhmitellä tutkimuksen teemojen mukaisesti. Teemat ovat seuraavat: rengaspaineen merkitys ajoneuvon maastoajo-ominaisuuksiin, rengaspaineen säätämisen menetelmät sekä RG32M-partioajoneuvoon rengaspaineen säätöjärjestelmällä aikaansaadut muutokset.

Tässä vaiheessa olin edennyt analyysin etenemistä kuvaavan havainnekuvan 11 ensimmäisen ruudun, eli aineistokokonaisuuden kokoamisen.

## **7.2 Tutkimuksen toteuttaminen**

Tutkimuksen toteuttamisesta kertovan kappaleen aloitan kertomalla haastatteluiden toteuttamisesta. Haastatteluja varten sovin tapaamiset haastateltavien kanssa eri päiville. Asiantuntija 1 vieraili työpaikallani Millog Oy:ssä Tampereella, missä haastattelu toteutettiin. Asiantuntija 2:n haastattelin Riihimäellä

hänen työpäivänsä jälkeen. Haastatteluissa käytin äänitallenninta, jonka jo tutkimuksen suunnitteluvaiheessa totesin olevan erinomainen työkalu haastattelujen tallentamiseksi.

Ennen varsinaisten haastattelujen aloittamista keskustelin haastateltavien kanssa viime aikaisista kuulumisista. Näin itse haastattelukin alkoi luontevasti ja pysyi helpommin asiassa rönsyilemättä haastattelukysymysten ulkopuolelle. Haastateltavat vastasivat kysymyksiin kokonaisuudessaan varsin täsmällisesti, mutta puolistrukturoituun haastatteluun sopien he kertoivat myös laajemmin kysymyksiin liittyvistä teemoista. Molempien haastatteluiden kesto oli noin puoli tuntia. Haastattelut onnistuivat odotusteni mukaisesti: olen tyytyväinen niistä saamani asiantuntijatiedon korkeaan tasoon.

Haastattelujen äänitallenteet litteroin tekstiversioksi vastaus kerrallaan. Kuten edellä tässä opinnäytetyössä olen esittänyt, on suositeltavaa suorittaa litterointi sanatarkasti, jotta haastatteluiden sisältöä olisi mahdollista tarkastella mahdollisimman tarkasti. Sanatarkan litteroinnin vaihtoehto on haastattelun kirjoittaminen selkokielelle, jolloin puhekieli yksinkertaistetaan helposti luettaviksi lauseiksi. Tässä tutkimuksessa päädyin käyttämään selkokielistä litterointia, jonka koin soveltuvan paremmin asiantuntijatiedon löytämiseen haastatteluista.

Litteroidut haastattelut tulostin paperille. Haastateltujen vastaukset leikkasin omille lapuilleen, jolloin ne oli mahdollista järjestää teemojen mukaisesti. Perinteinen ”leikkaa ja liimaa” -menetelmä voi vaikuttaa vanhanaikaiselta, mutta se toisaalta mahdollisti kokonaiskuvan saamisen aiheesta, helpotti tutkimuksen tekemisen harjoittelemista ja auttoi ymmärtämään teemoittelun periaatteen.

Tässä vaiheessa tutkimusta siirrytään analyysin havainnekuvassa 11 toisesta ruudusta kolmanteen: pilkottua kokonaisuutta aletaan kokoamaan uudestaan ehjäksi kokonaisuudeksi.

Sisällönanalyysiä varten jaoin aineistoni ajatuskokonaisuuksiin. Eri lähteistä peräisin olevat ajatuskokonaisuudet keräsin omiksi osakokonaisuuksikseen,

joista muodostin tulkintoja. Teemoittain jaotellut haastattelutulokset olivat erinomainen lähtökohta tehdessäni sisällönanalyysia tutkimusaineistolleni. Tutkimustuloksistani etsin eroja ja yhteneväisyyksiä teoreettiseen viitekehykseeni. Huomasin teorian ja empirian kohtaavan hyvin. Erityisesti haastateltavien näkemykset siitä, miten rengaspaineet vaikuttavat ajo-ominaisuuksiin, vastasivat erinomaisesti keräämääni teorial tietoa aiheesta.

Tutkimuksen teemat, joita ovat rengaspaineen merkitys ajoneuvon maastoajo-ominaisuuksiin, rengaspaineen säätämisen menetelmät ja RG32M-partioajoneuvoon rengaspaineen säätöjärjestelmällä aikaansaadut muutokset olisi ollut mahdollista jakaa vielä alaluokkiin. Jakaminen olisi ollut melkeinpä välttämättöntä, mikäli haastatteluiden lukumäärä ja niistä saatu aineisto olisi ollut laajempi. Hyvä perehtyminen aineistoon oli ensiarvoisen tärkeää ajatuskokonaisuuksien käsittelemiseksi ja haastattelutulosten yhdistämiseksi oikeisiin ajatuskokonaisuuksiin tulkintojen tekemistä varten. Aloitettuani ajatuskokonaisuuksien yhdistämisen, jouduin palaamaan useasti teorial tiedon pariin ja tarkistamaan, mitä niistä oli kirjoitettu. Muutamia kertoja teorial tietoon palattuani ajatuskokonaisuuksien yhdistely onnistuikin jo paljon paremmin. Samoin osakokonaisuuksien rakentaminen onnistui nopeammin, sillä en joutunut siirtämään tutkimustuloksia kokonaisuudesta toiseen. Muutamassa tapauksessa yhdistin haastattelutuloksen useampaan kokonaisuuteen. Jotkin niistä olisi voinut välttää, mikäli olisin jaotellut haastatteluvastaukset pienempiin osiin. Toisaalla ajatuskokonaisuuksiin sopi edellä mainitulla tavalla tekemäni jaotelu. Näin edeten sain mielestäni kerättyä hyvät kokonaisuudet tutkimustulosten tulkintaa varten. Analyysin etenemisestä kertovan havainnekuvan 11 kolmatta ja viimeistä ruutua käsittelen seuraavassa tutkimustuloksista kertovassa luvussa.

## 8 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä luvussa esitetään tutkimustulokset. Tutkimustulokset on lukemisen helpottamiseksi jaettu kunkin tutkittavan pääteeman mukaan.

## 8.1 Maastoajo-ominaisuudet

Maastoajo-ominaisuuksien ja nimenomaan ajoneuvojen liikkuvuuden parantaminen oli lähtökohtana rengaspaineen säätöjärjestelmän asentamisessa RG32M -partioajoneuvoihin. Aloitan tutkimustulosten tulkinnan maastoajo-ominaisuuksista pehmeässä hiekassa, jossa eteneminen oli, kuten haastattelukysymyksistäni käy ilmi, tärkeä kysymys tässä tutkimuksessa. Rengaspaineiden merkityksestä voi hyvänä esimerkkinä käyttää asiantuntija 1:n kertomaa esimerkkiä siitä, että Lähi-idän öljykentillä rengaspaineen säätöjärjestelmiä käytetään myös perävaunuissa: pelkästään renkaan välittämä vetokyky ei parane rengaspaineen säätämällä kulloiseenkin ajo-olosuhteeseen sopivaksi, sillä myös renkaan vierintävastus pienenee.

Asiantuntija 1:n mukaan ajoneuvon hallittavuutta parantava tekijä on myös rengaspaineen säätäminen akselikohtaisesti siten, että ohjaavalla etuakselilla käytetään alhaisempia rengaspaineita kuin taka-akselilla. Asiantuntija 1 kertoo etuakselin alhaisempien rengaspaineiden merkityksen olevan auton ohjattavuudessa: eturenkaiden tehdessä hiekkaan uran pyrkii takarengas seuramaan sitä aiheuttaen aliohjautuvuutta käännettäessä. Normaalisti ajoneuvoja käännettäessä taka-akseli kulkee huomattavasti lyhyempää reittiä etuakseliin verrattuna. Alhaisempi rengaspaine tehostaa etuakselin ohjaustehoa ja näin aliohjautuvuus on vähäisempää.

Maastoajo-ominaisuuksien muutosta tarkasteltaessa käytetään vetovoimamittaria. Liikkeellelähtökykyä mitataan kiinnittämällä vetovoimamittari tukevasti, ja kokeilemalla erilaisilla rengaspaineilla, millaisella vetovoimalla ajoneuvo kykenee vetämään. Asiantuntija 1:n mukaan vetovoiman mittaus on erinomainen tapa saada toteennäytettyä rengaspaineen merkitys ajoneuvon kykyyn edetä kyseisissä maasto-olosuhteissa.

Asiantuntija 1:n mukaan ajo-ominaisuuksien testaaminen tapahtui pääsääntöisesti pehmeässä hiekassa, eikä teorialuvussa mainittua renkaan ylitysvastusta päästy täysipainoisesti testaamaan. Ajoneuvoilla ajettiin kivikkoisilla reiteillä, mutta ominaisuuksien muutosta tarkasteltiin vain tarkkailemalla ajotuntumaa sekä havainnoimalla eroja sellaiseen ajoneuvoon verrattuna, jossa rengaspaineita ei ollut muutettu maantieolosuhteiden rengaspaineista.

Asiantuntija 1 kertoi haastattelussa esimerkiksi tilanteesta, jossa hän toimi ajoneuvovalmistajan edustajana maastoajokokeissa. Hänen ajettuaan vaihtelevia reittejä kyseisellä ajoneuvolla hyvin alhaisiksi lasketuilla rengaspaineilla ongelmitta ei toinen testiin osallistunut ryhmä kyennyt ajamaan samoista paikoista puutteellisen rengaspaineiden hallinnan takia.

Tässä yhteydessä mainitsen myös rengaspaineen vaikutuksesta polttoaineen kulutukseen. Testien aikana polttoaineen kulutusta ei varsinaisesti mitattu. Asiantuntija 1:n kertoman mukaan testausryhmä oli kuitenkin havainnut eron tankatessaan testeissä käytettyjä ajoneuvoja. Polttoaineen kulutuksen tarkastelun tekee kuitenkin haastavaksi ajoneuvojen toisistaan poikkeavat ajomäärät. Rengaspaineen säätöjärjestelmällä varustetulla ajoneuvolla ajettiin enemmän ja tehtiin esimerkiksi edellä mainittuja vetovoimamittauksia. Alhaisempi polttoaineen kulutus pehmeässä hiekassa on seurausta paremmasta etenemiskyvystä. Siinä missä korkeammilla rengaspaineilla oleva ajoneuvo etenee korkeammilla kierroksilla jatkuvasti rengas luistaen, etenee sopivaan rengaspaineeseen säädetty ajoneuvo vähemmän kierroksia käyttäen, koska renkaan luisto on vähäisempää.

Asiantuntija 2 kertoi, että ensimmäisissä käyttäjäkoulutuksissa oli havaittu muutoksia myös RG32M-partioajoneuvon etenemisessä talviolosuhteissa. Alhaisempi rengaspaine paransi etenemiskykyä siinä määrin, että tarvetta ketjujen asentamiseen oli ollut vähemmän.

## **8.2 Rengaspaineen säätämisen menetelmät**

Tämän opinnäytetyön teorialuvussa on esitelty kattavasti RG32M-partioajoneuvoon asennettava rengaspaineen säätöjärjestelmä. Rengaspaineiden säätämiseen on kuitenkin muitakin tapoja. Niistä keskusteltiin Asiantuntija 1:n kanssa hänen haastattelunsa yhteydessä. Hänen mukaansa vanhin menetelmänä on laskea rengaspaineita venttiilistä suoraan ulkoilmaan käyttäen esimerkiksi risua, pientä kiveä tai veitsenkärkeä työkaluna. Tämän menetelmän haittapuolena on todella hidas toteutus, ja se edellyttää jatkuvaa keskittymistä kyseisen renkaan kanssa työskentelyyn. Jos tavoitellaan jotain tiettyä painetta, on myös käytettävä erillistä rengaspainemittaria. Kokenut käyttäjä voi

laskea rengaspainetta myös tarkkailemalla silmämääräisesti renkaan muodonmuutosta. Toinen menetelmä on irrottaa venttiili renkaan rungosta kokonaan. Venttiilin irrottaminen vaatii tarkoitukseen sopivan työkalun. Koska se on hyvin pieni osa, on riski sen kadottamiseen puolestaan suuri. Asiantuntija 1 kertoi myös erikoisesta havainnosta laskettaessa rengaspainetta venttiili irrotettuna. Hyvin tarkkaan yhden baarin (1 bar) kohdalla pyörästä poistuvan ilman aiheuttama ääni muuttuu. Tämä helpottaa havainnoimista, mikäli tavoitellaan hyvin alhaista rengaspainetta.

Asiantuntija 1 mainitsi alhaisen rengaspaineen olevan käyttökelpoinen vain ääritilanteissa. Molemmissa edellä mainituissa tilanteissa renkaiden paineiden nostaminen tulee toteuttaa erillisellä täyttöletkulla joko auton omasta paineilmantuottojärjestelmästä tai erillisestä ulkoisesta paineilmalähteestä. Asiantuntija 1:n mainitsi sen olevan hyvin hidas ja rengas kerrallaan tehtävä työvaihe.

RG32M-partioajoneuvoon olisi ollut saatavissa myös tehdasasenteinen rengaspaineen säätöjärjestelmä. Asiantuntija 1:n mukaan hänelle on kerrottu Puolustusvoimien selvittäneen mahdollisuutta järjestelmän hankintaan jo ajoneuvojen hankintavaiheessa, mutta ettei sitä tuolloin hankittu liian korkean hinnan vuoksi.

Asiantuntija 1 kertoi tehdasasenteisen ja Puolustusvoimien valitseman jälkiasenteisen RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän eroista. Tehdasasenteisessa rengaspaineen säätöjärjestelmässä käyttöpaneeli on ajoneuvon sisällä, eikä ajoneuvosta tarvitse poistua säätöä suorittaakseen. Se on tehdasasenteisen järjestelmän etu, kun sitä verrataan jälkiasenteisen järjestelmän käytettävyyteen. Tämän enempää haastattelemani asiantuntijat eivät vertailleet tehdas- ja jälkiasenteista järjestelmää

Tärkeä ominaisuus RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmässä on sen helppo koulutettavuus käyttäjille, mistä asiantuntija 2 kertoi. Hän tarkensi, että järjestelmän käyttö pitää olla helposti omaksuttavissa, minkä jälkeen virheiden tekeminen on epätodennäköistä. Käyttölaitteessa olevat maasto-olosuhteita kuvaavat merkinnät ovat asiantuntija 2:n mukaan erinomaiset, eikä käyttäjän tarvitse muistaa oikeita rengaspaineita erikseen.

RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän käyttölaitteen asennuskohtaa kuljettajan portaan läheisyydessä asiantuntija 2 piti hieman riskialttiina valintana. Sijainnista aiheutuu haittaa noustaessa ajoneuvoon ja sieltä ulos, jolloin riskinä on säätölaitteen vahingoittuminen.

Molemmat haastattelemani asiantuntijat olivat sitä mieltä, että rengaspaineiden alentaminen nopeasti ja tarkasti, sekä toimenpiteen tekeminen aina samalla tavalla, on merkittävämpää kuin rengaspaineen nostaminen. Tämä on ymmärrettävää huomioitaessa ajoneuvon pääasiallinen käyttöympäristö kriisinhallintatehtävissä ja operatiivisessa toiminnassa Puolustusvoimissa.

Asiantuntija 1:n mukaan RG32M-partioajoneuvoihin asennetuista rengaspaineen säätöjärjestelmästä saa monipuolisia kokemuksia sekä sen toiminnasta että rengaspaineiden merkityksestä ajoneuvon ominaisuuksille. Tämän vuoksi vastaava järjestelmä olisi siis tulevaisuudessa helpompi asentaa ja ottaa käyttöön myös muihin Puolustusvoimien käytössä oleviin ajoneuvoihin.

Asiantuntija 2 toi esiin myös sen, että jälkiasenteinen RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmä on vielä niin tuore, että kouluttajatkin tarvitsevat lisää kokemusta siitä ja sen käytöstä voidakseen kouluttaa järjestelmän käyttäjiä syvällisemmin.

### **8.3 RG32M-partioajoneuvon muutokset**

Asiantuntija 1:n mukaan tavoitteena oli parantaa RG32M-partioajoneuvon monipuolisuutta toimia erilaisissa maasto-olosuhteissa. Ajoneuvon suojaustasoa sekä operatiivista toimintakykyä on kehitetty mahdollisimman hyväksi ja tämän seurauksena ajoneuvon omamassa on noussut. Ajoneuvon massan nouseminen vastaavasti heikentää ajoneuvon kykyä liikkua vaikeissa maasto-olosuhteissa. Asiantuntija 1 kertoi tämän olevan tilanne, missä maastoon soveltuvien rengaspaineiden merkitys korostuu. Asennettaessa rengaspaineen säätöjärjestelmä, oli ajoneuvon käyttötarkoitus tärkeämpänä mielessä, kuin esimerkiksi ajoneuvon rakenne.

Asiantuntija 1 kertoi STIS-rengaspaineen säätöjärjestelmän eri variaatioiden olevan asennettuna moniin erilaisiin ajoneuvoihin erilaisissa käyttöolosuhteissa ympäri maailman. Tämän vuoksi myös ennako-odotukset RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmää ja sillä saavutettavia etuja kohtaan olivat korkealla. Kuten teorialuvussa olen kertonut, järjestelmä asennettiin kokonaisuudessaan ajoneuvon ulkopuolelle. Asennus on yksinkertainen suorittaa eikä se edellyttänyt merkittäviä muutoksia ajoneuvon alkuperäiseen rakenteeseen. Panssaroinnin suojaustasojen säilyminen oli ajoneuvon käyttötarkoitus huomioiden erittäin tärkeää, minkä vuoksi kokonaan ulkopuolinen asennus oli tärkeä valintakriteeri. Käytännössä ainoa kohta, missä rengaspaineen säätöjärjestelmä liittyy partioajoneuvon alkuperäiseen rakenteeseen, on ajoneuvon paineentuottojärjestelmä, jota rengaspaineen säätöjärjestelmä ottaa paineilmansa.

RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän asennuksen tasoon käyttäjien näkökulmasta asiantuntija 2 oli tyytyväinen. Hän totesi sen olevan selkeä ja ratkaisuiltaan sellainen, että se palveli tarkoituksessaan hyvin. Heikkoutena asennuksessa asiantuntija 2 piti käyttölaitteen sijoittamista kuljettajan kulkuaskelman välittömään läheisyyteen, mikä edellä mainitusti haittaa hieman ajoneuvoon kulkemista ja aiheuttaa käyttölaitteen vahingoittumisen riskin.

Asiantuntija 2:n mukaan RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän ensimmäiset käyttökerrat koulutuksissa ovat sujuneet ilman ongelmia. Käytännössäkin laitteiston asennus ja toimivuus on siis todettu hyväksi. Asiantuntija 2:n kokemus kyseisen ajoneuvotyypin käytöstä sille ominaisissa käyttöolosuhteissa on kattava. Haastattelussa hän nostikin erinomaisesti esiin sellaisia olennaisia muutoksia ajoneuvon käytettävyydessä, jotka olivat ilmenneet rengaspaineen säätöjärjestelmän asennuksen myötä.

Asiantuntija 1 oli havainnut RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän testausvaiheessa ongelman: sadeveden kertymisen letkukoteloihin käytettäessä järjestelmää kosteissa olosuhteissa. Tämä ongelma tullaan korjaamaan sarjatuotantovaiheessa tekemällä sadevedelle poistumisreikä letkukotelon alaosaan. Muilta osin järjestelmä oli testausvaiheessa toiminut moitteettomasti.



Testausvaiheessa RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen muutoksia vertailtiin toiseen vastaavaan ajoneuvoon, johon rengaspaineen säätöjärjestelmää ei ollut asennettu, esimerkiksi vetovoimamittaria hyödyntäen. Ajoneuvoilla oli myös ajettu paljon, jotta oli saatu tuntumaa siihen, miten erilaiset rengaspaineet vaikuttavat ajettavuuteen. Asiantuntija 1 kertoi testausryhmän olleen tyytyväinen saavutettuihin tuloksiin, ja yleisen mielipiteen olleen sellainen, että testeissä havaitut muutokset olivat ylittäneet asetetut odotukset.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää rengaspaineiden merkitystä RG32M-partioajoneuvon käyttöominaisuuksiin erilaisissa ajo-olosuhteissa ja jälkiasenteisen rengaspaineen säätöjärjestelmän soveltuvuutta rengaspaineiden säätämiseen sekä sen käytettävyyttä. Teorialuvussa käsittelin rengaspaineen säätämisen menetelmiä sekä sitä, millainen vaikutus rengaspaineella on ajoneuvon ajo-ominaisuuksiin.

Tekemieni haastatteluiden perusteella RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän testeissä ei perehdytty kovinkaan paljoa ajoneuvon etenemiseen kivikkoisessa maastossa. Oman kokemukseni mukaan kivikkoisessa maastossa operoiminen on melko yleistä kriisinhallintaoperaatioissa. Kulkureitit ovat usein joenuomia, jotka ovat muodostuneet erikokoisista melko pyöreistä kivistä. Ongelma on, että edellä kuvatun kaltaista maastoa on Suomessa vähän. Joenuoma poikkeaa melkoisesti kivikosta suomalaisessa metsässä. Tilanne, jossa edetään veden peitossa olevaa joenuomaa pitkin, on eräs sellaisista, joissa kuljettaja toivoo kuljettamaltaan ajoneuvolta mahdollisimman hyvää etenemiskykyä. Rengaspaineiden merkityksestä etenemiseen kivikkoisessa maastossa on haastateltavilla aikaisempaa kokemusta ja ajoneuvoilla tehtiin ajotuntumaan perustuvia ajokokeita testauksen aikana. Mielestäni tätä ominaisuutta tuli kuitenkin käsiteltyä riittävästi.

Luvussa kolme mainittu rengaspaineen merkitys vierintäkehään osoittautui asiantuntija 1:n haastattelussa ristiriitaiseksi asiaksi. Lewellyn totesi artikkelissaan renkaan kehäpituuden lyhenevän rengaspaineen laskemisen myötä,

mikä tekee välityksestä lyhyemmän. Hänen mukaansa sen voi erottaa jopa ajotuntumassa. Renkaan kehäpituuteen liittyen asiantuntija 1 toi perusteluineen ilmi, ettei renkaan kehäpituus muutu, ja kokonaisvälityssuhdekin pysyy ennallaan rengaspainetta muutettaessa. Asiantuntija 1 kertoi tapauksesta, jossa he erään ajoneuvon testeissä olivat tehneet siitä käytännön kokeen. Rengaspaineiden ollessa normaalitasossa ajoneuvoa liikutettiin renkaan täydet kierrokset laskien. Tämän jälkeen ajoneuvon etenemä mitattiin tarkasti. Seuraavaksi rengaspaineet laskettiin todella alhaisiksi vastaamaan erityisen pehmeän olosuhteen rengaspaineita. Ajoneuvoa siirrettiin vastaava renkaan kierrosmäärä ja mitattiin jälleen ajoneuvon etenemä matka. Molemmat matkat osoittautuivat täsmälleen saman pituisiksi. Lewellyn kertoo artikkelissaan lyhyemmän kokonaisvälityksen *tuntumasta*. Se johtuu renkaan pienemmästä ylitäysvastuksesta ja helpommasta etenemisestä, mikä luo virheellisen tuntuman välityksestä kuljettajalle.

Kuten tutkimustuloksia käsittelevässä luvussa totesin, oli ajoneuvon etenemiskyky pehmeällä alustalla merkittävässä roolissa rengaspaineiden merkitystä testatessa. Ajo-ominaisuuksien testaaminen pehmeällä alustalla on hyvin ymmärrettävää mittaustenkin vuoksi: toistettavuus on helppoa ja monipuolisten testiratojen järjestäminen mahdollista. Testit pehmeässä hiekassa tarjosivat mahdollisuuden vetovoiman mittaamiseen, kiihtyvyyden tarkasteluun sekä ajokäyttäytymisen kokeilemiseen siten, että kaikki testit olivat toistettavissa, ja näin ollen oli mahdollista sulkea kuljettajan suoriutumisesta johtuva vaihtelu pois.

Useasti muuttunut suorituskyyky on seurausta monen etenemistä parantavan tekijän summasta. Pelkästään lisääntynyt etenemiskyky tarkasteltavassa maastonkohdassa ei kerro koko totuutta, vaan tilanteeseen vaikuttaa myös ajoneuvon alkuvauhti. Se voi muuttua merkittävästi esimerkiksi alhaisemman rengaspaineen myötä parantuneella ohjauskyvyllä. Tästä syystä etenemiskyvyn muutosten mittaaminen satunnaisena hetkenä ei ole aina mielekäs tapa arviointiin. Testivaiheeseen kuuluikin paljon ajoneuvoilla ajamista, millä saatiin esille tehtyjen muutosten yhteisvaikutus suorituskyykyyn.

Rengaspaineen säätöjärjestelmän vaikutuksista RG32M-partioajoneuvon käytettävyyteen erilaisissa olosuhteissa sain haastateltaviltani tietoa hyvin kattavasti. Testivaiheen aikana ei tullut esiin yhtään tilannetta, missä haastateltavat olisivat kertoneet jonkin ajo-ominaisuuden heikentyneen.

RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän rakenteen ja asennuksen osuus käyttäjän sekä koulutettavuuden kannalta oli osa tutkimusta. Siltä osin opinnäytetyön ajankohta oli hieman aikainen, koska haastateltavani olivat vasta tutustumassa rengaspaineen säätöjärjestelmään ja sen tarjoamiin mahdollisuuksiin. Heidän ensikokemustensa mukaan järjestelmän käyttäminen oli helppoa eikä heidän eteensä ollut tullut merkittäviä ongelmatilanteita. Haastatteluissa kävi kuitenkin ilmi, ettei RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätämiseen ole totuttu, eikä sitä myöskään muisteta hyödyntää niin paljon kuin olisi mahdollista.

## 10 POHDINTA

RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmän toiminta oli haastateltavieni mukaan ollut ensimmäisten koulutuskertojen aikana säännöllistä, eikä vikatilanteita ollut esiintynyt. Järjestelmän käyttölaitteen sijoittaminen kuljettajan askelman päälle oli todettu ongelmalliseksi. Esisarjan asentamisen aikana käyttölaitteen rakennetta ja suojausta on muutettu siten, että sen aiheuttama haitta ajoneuvoon kulkemiselle on minimoitu ja käyttölaitteen suojausta parannettu siten, että vahingoittumisen riskiä ei ole.

Erityisen mielenkiintoisina pidin RG32M-partioajoneuvon rengaspaineen säätöjärjestelmälle vetovoimamittarin kanssa tehtyjä mittauksia. Vetovoiman mittaaminen on myös menetelmä, jolla rengaspaineiden muutoksia voidaan tutkia kvantitatiivisia eli määrällisiä tutkimusmenetelmiä käyttäen.

Yhteenvetona totean, että rengaspaineen säätöjärjestelmästä ja sen vaikutuksesta RG32M-partioajoneuvoon voinkin käyttää asiantuntija 1:n haastattelussa käyttämää lausetta: ”Saavutettiin enemmän, kuin oli asetettu tavoitteeksi.” Toteamus mielestäni kuvastaa, kuinka suuri merkitys rengaspaineella

on ajoneuvon ajo-ominaisuuksiin, joita mahdollisuus niiden säätämiseen monipuolistaa. Tämä osoittaa jälkiasenteisen rengaspaineen säätöjärjestelmän toimivuuden. Edellä kuvaamiani asiantuntijoiden kokemuksia tulisi mielestäni hyödyntää laajemmin Puolustusvoimien ajoneuvojen ajo-ominaisuuksien kehittämisessä.

### **10.1 Eettisyyden arviointi**

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmien valinnassa olen käyttänyt opinnäytetyön ja tutkimusentekemisestä kertovaa kirjallisuutta. Menettelylläni olen varmistanut, että valitsemani tutkimusmenetelmät ovat yleisesti hyväksytyjä ja siten eettiset vaatimukset täyttäviä. Teorialukuihin olen merkinnyt lähdeviitteet huolellisesti ja siten huolehtinut lähdemateriaalin tekijäoikeuksien säilymisestä. Opinnäytetyön aiheen on valinnut ja rajannut yhteistyössä toimeksiantajan kanssa. Samassa yhteydessä olemme keskustelleet opinnäytetyöhöni liittyvistä eettisistä vaatimuksista. Opinnäytetyön julkaisun ulkopuolelle rajattiin aiheet, joiden julkiseen käsittelyyn voi liittyä rajoituksia. Haastateltavat olivat tietoisia haastattelumetodista ja haastattelun käyttötarkoituksesta. Haastateltavilla oli myös oikeus tarkastaa, miten heidän haastatteluaan oli tulkittu.

Minulle, haastateltavilleni tai toimeksiantajalleni ei maksettu erillistä korvausta tai tarjottu muuta hyödykettä tähän opinnäytetyöhön osallistumisesta. Vaikka tutkimuksessa tarkasteltiin kaupallisen hyödykkeen asentamista toiselle osapuolelle, en käsitellyt asiaa siten, että se olisi hyödykkeen markkinointia tai edustamista.

### **10.2 Luotettavuus**

Tätä tutkimusta tehdessäni perehdyin tutkimukseen mukaan ottamaani kirjallisuuteen ja vertasin haastatteluaineistostani tekemiäni tulkintoja siihen. Ammatillisen taustani vuoksi olin muodostanut ennakkokäsityksen tutkimusaiheestani jo ennen siihen liittyvän kirjallisuuteen perehtymistä. Ennakkokäsitykseni olivat vaikuttaa myös haastatteluaineistostani tekemiini tulkintoihin. Tämän

tunnistettuani ja teoreettisen viitekehyksen rakentamiseen käyttämäni kirjallisuutta kertaamalla pystyin pitämään ennakkokäsitykseni hallinnassa siten, että ne häiritsivät aineiston analyysia varsin vähän.

Toiseksi ongelmaksi nousi rengaspaineen merkityksestä kertovan kirjallisuuden vähyys. Olisin toivonut löytäväni enemmän laadukasta kirjallisuutta luodakseni teoreettisen viitekehyksen tutkimukselle. Pohdin, millainen vaikutus laadukkaan saatavilla olevan kirjallisuuden vähyydellä oli tutkimuksen luotettavuuteen ja olisinko mahdollisesti tehnyt erilaisia johtopäätöksiä, jos aiheeseen liittyvää kirjallisuutta olisi ollut saatavilla enemmän.

Olen koko tutkimukseni ajan tähdännyt luotettaviin tutkimustuloksiin. Kuten edellä tässä opinnäytetyössä on käynyt ilmi, haastattelut onnistuivat mielestäni hyvin. Opinnäytetyöni luotettavuutta kuitenkin vähentää sekä teoriakirjallisuuden että tutkimushaastattelujen vähyys. Vaikka onnistuinkin saamaan tutkimistani teemoista monia huomionarvoisia tutkimustuloksia, voi opinnäytetyöni todeta tarjoavan viitteellistä tietoa rengaspaineen vaikutuksista maastoajo-ominaisuuksiin ja RG32M-partioajoneuvoon rengaspaineen säätöjärjestelmällä saavutetusta suorituskyvyn parantumisesta. Tutkimuksella tuotettu tieto on paikkansapitävää, mutta tutkimusotantaa tulee laajentaa tarkemman tutkimustuloksen saavuttamiseksi.

## **11 KIITOKSET**

Olen kokenut tämän opinnäytetyön tekemisen kokonaisuudessaan haastavaksi projektiksi. Aihe tuntui työtä aloittaessa mielenkiintoiselta ja aloitin opinnäytetyöni työstämisen mielelläni.

Lopuksi tahdon kiittää toimeksiantajaani kärsivällisyydestä ja tuesta opinnäytetyötä tehdessäni, vaikka projekti venyi heidänkin näkökulmastansa kovin pitkäksi. Kiitokset haastateltaville sekä myös opinnäytetyötä ohjanneelle opettajalle.

## LÄHTEET

Ajoneuvot. s.a. Puolustusvoimat. Maavoimat. Kalustokuvastot. Ajoneuvot. RG32. WWW-julkaisu. Saatavissa: <https://maavoimat.fi/rg32> [viitattu 7.8.2019].

Army Recognition. 2018. RG32M BAE systems light armoured vehicle. WWW-julkaisu. Saatavissa: [https://www.armyrecognition.com/south\\_africa\\_american\\_army\\_wheeled\\_armoured\\_vehicle/rg32m\\_rg-32m\\_light\\_wheeled\\_armoured\\_vehicle\\_technical\\_data\\_sheet\\_description\\_information\\_uk.html](https://www.armyrecognition.com/south_africa_american_army_wheeled_armoured_vehicle/rg32m_rg-32m_light_wheeled_armoured_vehicle_technical_data_sheet_description_information_uk.html) [viitattu 7.8.2019].

Coopertyres. 2014. Tyre pressure guide. 1300 cooper. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.coopertires.com.au/media/1400/cooper-drivers-guide-tyre-pressures.pdf> [viitattu 2.2.2020].

Dana. 2018. Spicer. Drivetrain products. Tire-Pressure Management. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.dana.com/~media/danacom/files/media-asset/aftermarket-files/aftermarket-batch-1/g8tjtnn7euhdvpokconspec32014.pdf> [viitattu 2.2.2020].

Delanty, G. & Strydom, P. 2003. Social Research Glossary. Philosophies of Social Science. www-julkaisu. Oxford Index 2011. Neo-Positivism. Lontoo. Saatavissa: <https://www.qualityresearchinternational.com/socialresearch/neo-positivism.htm> [viitattu 31.1.2020].

Dumay, J. & Qu Q., S. 2011. The qualitative research interview. Qualative Research in Accounting & Management. Emerald insight. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/11766091111162070> [viitattu 30.1.2020].

Flick, U. 2009. An introduction to qualitative research. Neljäs painos. SAGE Publications Ltd. Lontoo.

Finlex. 2019. 28.11.2019/1101. Valtioneuvoston asetus tietoturvallisuudesta valtionhallinnossa. www-sivusto. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2019/20191101?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=turvalisuusluokittelu> [viitattu 14.2.2020].

Ghaffariyan, M. 2017. Impacts of Central Tire Inflation Systems application on forest transportation – Review. Forest Industries Research Centre. University of the Sunshine Coast. Maroochydore DC. Australia. Journal of Forest Science. PDF-julkaisu. Saatavissa: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/213257.pdf> [viitattu 3.2.2020].

Guion, Lisa A. 2001. Conducting an In-Depth Interview. FSC6012. PDF-dokumentti. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Saatavissa: <http://greenmedicine.ie/school/images/Library/Conducting%20An%20In%20Depth%20Interview.pdf> [viitattu 26.2.2020].

Hammarberg, K., Kirkman, M. & de Lacey, S. 2016. Human reproduction. Qualitative research methods: when to use them and how to judge them. Volume 31. Issue 3. Oxford Academic. PDF-julkaisu. Saatavissa: <https://academic.oup.com/humrep/article/31/3/498/2384737> [viitattu 27.1.2020].

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja Kirjoita. 13, osin uudistettu painos. Keuruu: Otava.

Konepörssi. 2010. Konepörssin toimitus. Uutiset. CTI säättää rengaspaineet sopiviksi. WWW-julkaisu. Saatavissa: <https://koneporssi.com/uutiset/cti-saataa-rengaspaineet-sopiviksi/> [viitattu 2.2.2020].

Korpilahti, A. & Siekkinen, A. 2015. Rengaspaineiden säätö puutavara-ajoneuvoissa. Metsätehon tulokalvosarja 13/2015 Metsäteho. PDF-dokumentti.

Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja\\_2015\\_13\\_Rengaspaineiden saato puutavara ajoneuvoissa ak.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2015_13_Rengaspaineiden_saato_puutavara_ajoneuvoissa_ak.pdf) [viitattu 2.2.2020].

Landyonline. s.a. Optimum Tyre Pressure for Land Rovers. WWW-artikkeli. Saatavissa: [https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre\\_pressures.htm](https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre_pressures.htm) [viitattu 10.8.2019].

MacCulloch, F. & Munro, Ron. 2008. Tyre Pressure Control on Timber Haulage vehicles. Some observations on atrial Highland, Scotland. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://s3.amazonaws.com/zanran\\_storage/www.roadex.org/ContentPages/16692701.pdf](http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.roadex.org/ContentPages/16692701.pdf) [viitattu 2.2.2020].

Pitkäranta, A. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Työkirja ammattikorkeakouluun. e-Oppi Oy. Jokioinen.

Schubert, A. 2017. Why are 4WD tyre pressures so important? Bridgestone. WWW-julkaisu. Saatavissa: <https://www.bridgestonetyres.com.au/why-are-4wd-tyre-pressures-so-important> [viitattu 2.2.2020].

Sheppard, T. 2006. Four-by-four driving. The third edition of OFF-roader driving. Desert Winds Publishing. Hertfordshire. England.

Tieteen Termipankki. 2018. Filosofia: Abduktio. WWW-sivusto. Muokattu viimeksi 13.4.2018. Saatavissa: <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Filosofia:abduktio> [viitattu 4.8.2019].

Tireboss. 2017. Tire Pressure Control. How it works. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://www.tireboss.com/how-it-works> [viitattu 2.2.2020].

ti.systems. s.a. Products. STIS. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://ti.systems/stis/> [viitattu 10.8.2019].

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos, ensipainos 2002. Helsinki: Tammi.



Vilkka, H. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Tammi.

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Rengaspaineen laskemisen muutokset. Landyonline.s.a. Optimum Tyre Pressure for Land Rovers. WWW-artikkeli. Saatavissa: [https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre\\_pressures.htm](https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre_pressures.htm) [viitattu 10.8.2019].

Kuva 2. Rengaspaineen vaikutus renkaan korkeuteen. Landyonline.s.a. Optimum Tyre Pressure for Land Rovers. WWW-artikkeli. Saatavissa: [https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre\\_pressures.htm](https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre_pressures.htm) [viitattu 10.8.2019].

Kuva 3. Renkaan ylitysvastus. Landyonline.s.a. Optimum Tyre Pressure for Land Rovers. WWW-artikkeli. Saatavissa: [https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre\\_pressures.htm](https://www.landyonline.co.za/techtalk/tyre_pressures.htm) [viitattu 10.8.2019].

Kuva 4. Rengaspaineen merkitys renkaan ”jalanjälkeen”. Coopertyres. 2014. Tyre pressure guide. 1300 cooper. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.coopertires.com.au/media/1400/cooper-drivers-guide-tyre-pressures.pdf> [viitattu 2.2.2020].

Kuva 5. Mäennousukyky. Korpilahti, A. & Siekkinen, A. 2015. Rengaspaineiden säätö puutavara-ajoneuvoissa. Metsätehon tulostulosarja 13/2015 Metsäteho. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulostulosarja\\_2015\\_13\\_Rengaspaineiden\\_saato\\_puutavara\\_ajoneuvoissa\\_ak.pdf](http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulostulosarja_2015_13_Rengaspaineiden_saato_puutavara_ajoneuvoissa_ak.pdf) [viitattu 2.2.2020].

Kuva 6. Paineilman syöttö renkaaseen. Ghaffariyan, M. 2017. Impacts of Central Tire Inflation Systems application on forest transportation – Review. Forest Industries Research Centre. University of the Sunshine Coast. Maroochydore DC. Australia. Journal of Forest Science. PDF-julkaisu. Saatavissa: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/213257.pdf> [viitattu 3.2.2020].

Kuva 7. Rengaspaineen säätöjärjestelmän periaatekuva. ti.systems. s.a. Products. STIS. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://ti.systems/stis/> [viitattu 10.8.2019].

Kuva 8. Säätolaitte. ti.systems. s.a. Products. STIS. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://ti.systems/stis/> [viitattu 10.8.2019].

Kuva 9. Letkukotelo ja spiraaliletku. ti.systems. s.a. Products. STIS. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://ti.systems/stis/> [viitattu 10.8.2019].

Kuva 10. Patentoitu rengasliitin. ti.systems. s.a. Products. STIS. WWW-sivusto. Saatavissa: <https://ti.systems/stis/> [viitattu 10.8.2019].

Kuva 11. Haastatteluaineiston käsittely. Hirsijärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus.

Kuva 12. Haastattelumuodot Hirsijärvi, S. & Hurme, H. 2008 Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus.

## Rengaspainetaulukko

## Continental Special Operation Reifen. Die technischen Daten.

Dimension	Profil	Durchschnittliche Profiltiefe (mm)	LI/ GSY (Geschwindigkeit)	PR	T1/TL	Felgenreite	Felgenreibstand	Reifendimension				Bereifung	Tragfähigkeit (kg) pro Achse bei Reifendruck (bar)(psi)									
								Max. Standardwert		Stat. Radius	Abrollumfang		Straße			Gelände			Matsch & Sand			
								Breite	Äußere Dimension		+/- 1.5%		+/- 2%	Max. Belastung pro Achse (kg)	Min. Bar (psi)	Max. Geschwindigkeit (km/h)	Max. Belastung pro Achse (kg)	Min. Bar (psi)	Max. Geschwindigkeit (km/h)	Max. Belastung pro Achse (kg)	Min. Bar (psi)	Max. Geschwindigkeit (km/h)
7.00 R 16 C	T9	14,0	113/112 N (140 km/h)	10	TL	5.50	228	206	792	364	2391	S	2300	5.5 (80)	140	2300	3.8 (55)	65	2300	2.2 (32)	20	
						6.00	233	211	792	364	2391	S	2300	5.5 (80)	140	2300	3.8 (55)	65	2300	2.2 (32)	20	
	T9+	14,0	113/112 N (140 km/h)	10	TL	5.50	228	206	792	364	2391	D	4480	5.5 (80)	140	4480	3.8 (55)	65	4480	2.2 (32)	20	
						6.00	233	211	792	364	2391	D	4480	5.5 (80)	140	4480	3.8 (55)	65	4480	2.2 (32)	20	
7.50 R 16 C	HSO+ SAND	14,2	112/110 N (140 km/h)	8	TT	5.00	230	208	818	371	2445	S	2240	4.5 (65)	140	2240	3.1 (45)	65	2240	2.0 (29)	20	
						5.50	236	213	818	371	2445	S	2240	4.5 (65)	140	2240	3.1 (45)	65	2240	2.0 (29)	20	
						6.00	242	218	818	371	2445	S	2240	4.5 (65)	140	2240	3.1 (45)	65	2240	2.0 (29)	20	
						6.50	247	223	818	371	2445	D	4240	4.5 (65)	140	4240	3.1 (45)	65	4240	2.0 (29)	20	
10.5 R 20	MPT 80	14,5'	128 J (100 km/h)	10	TL	9 x 20	-	284	968	444	2865	S	3600	4.2 (62)	100	3600	3.0 (44)	65	3600	1.9 (28)	20	
			134 J (100 km/h)	14	TL	9 x 20	-	284	968	444	2865	S	4240	5.3 (76)	100	4240	3.8 (55)	65	4240	2.4 (35)	20	
12.5 R 20 (335/80R20)	MPT 80	16,5	132 J (100 km/h)	12	TL	11 x 20	-	340	1056	480	3120	S	3900	3.4 (51)	100	3900	2.4 (35)	65	3900	1.4 (20)	20	
						11-20 SDC	-	340	1056	480	3120	S	3900	3.4 (51)	100	3900	2.4 (35)	65	3900	1.4 (20)	20	
			139 J (100 km/h)	16	TL	11-20 SDC	-	340	1056	480	3120	S	4860	4.5 (65)	100	4860	3.2 (46)	65	4860	1.9 (28)	20	
			147 J (100 km/h)	22	TL	11-20 SDC	-	340	1056	480	3120	S	6150	6.5 (94)	100	6150	4.2 (62)	65	6150	2.6 (38)	20	
14.5 R 20	MPT 80	17,5	132 J (100 km/h)	22	TL	11 x 20	-	373	1113	503	3285	S	3900	3.0 (44)	100	3900	2.1 (31)	65	3900	1.1 (16)	20	
						11-20 SDC	-	373	1113	503	3285	S	3900	3.0 (44)	100	3900	2.1 (31)	65	3900	1.1 (16)	20	
			143 J (100 km/h)	22	TL	11 x 20	-	373	1113	503	3285	S	5450	4.5 (65)	100	5450	3.3 (48)	65	5450	1.9 (28)	20	
			152 J (100 km/h)	22	TL	11 x 20	-	373	1113	503	3285	S	7100	6.0 (87)	100	7100	4.4 (64)	65	7100	2.8 (41)	20	
315/55 R 16	MPT 81	16,5	120 K (110 km/h)	22	TL	W10L	-	329	772	333	2256	S	2800	3.5 (51)	110	2800	2.8 (41)	65	2800	2.2 (32)	20	
			[124 F (80 km/h)]	22	TL	11	-	329	772	333	2256	S	3200	4.0 (51)	80	-	-	-	-	-	-	
275/80 R 20*	MPT 81	14,5'	134 K (110 km/h)	22	TL	9	-	289	974	419	2844	S	4240	5.3 (76)	110	4240	3.8 (55)	65	4240	2.4 (35)	20	
						9 SDC	-	289	974	419	2844	S	4240	5.3 (76)	110	4240	3.8 (55)	65	4240	2.4 (35)	20	
						W9	-	289	974	419	2844	S	4240	5.3 (76)	110	4240	3.8 (55)	65	4240	2.4 (35)	20	
335/80 R 20*	MPT 81	16,5	147 K (110 km/h)	22	TL	W10	-	354	1076	455	3132	S	6150	6.5 (94)	110	6150	4.2 (62)	65	6150	2.6 (38)	20	

## **HAASTATTELUKYSMYKSET**

### **Asiantuntija 1**

#### **1. Maastoajo-ominaisuudet**

- 1.1. Millainen kokemuksesi on liittyen ajoneuvojen maastokäyttöön ja rengaspaineen muutokseen ja säätöjärjestelmiin?
- 1.2. Millaisia ominaisuuksia rengaspaineen säätöjärjestelmällä pyritään parantamaan?
- 1.3. Kuinka asetetut tavoitteet saavutettiin?

#### **2. Rengaspaineen säätämisen menetelmät**

- 2.1. Millaisia muita vaihtoehtoja harkittiin? Jos oli useampia vaihtoehtoja, miksi päädyttiin tähän?
- 2.2. Mitä ominaisuuksia painotettiin rengaspaineensäätöjärjestelmää valittaessa (ajo-ominaisuudet, toimintavarmuus, hinta)?
- 2.3. Millaisia ongelmia testeissä tuli esille?

#### **3. RG32M -partioajoneuvon aikaansaadut muutokset**

- 3.1. Millainen soveltuvuus RG32M-partioajoneuvolla on rengaspaineen säätöjärjestelmän asennukseen? Millainen rooli rakenteella ja käyttötarkoituksella on soveltuvuutta arvioitaessa?
- 3.2. Miten testattiin rengaspaineensäätöjärjestelmän soveltuvuutta RG32M-partioajoneuvon?
- 3.3. Onko jotain muuta, mitä haluaisit tuoda esille rengaspaineensäätöjärjestelmästä tai sen soveltuvuudesta RG32M-partioajoneuvon?

## **Asiantuntija 2**

### **1. Maastoajo-ominaisuudet**

- 1.1. Millainen kokemus sinulla on liittyen RG32M-partioajoneuvosta erilaisissa ajo-olosuhteissa, sekä rengaspaineiden vaikutuksesta ajo-ominaisuuksiin?
- 1.2. Osallistuitko testaus / prototyyppivaiheessa projektiin? Miten / olisiko ollut mielestäsi tarpeellista?
- 1.3. Millaisia testauksia olet päässyt tekemään RG32M-partioajoneuvolle rengaspaineensäätöjärjestelmä asennuksen jälkeen?

### **2. Rengaspaineen säätämisen menetelmät**

- 2.1. Kuinka osallistuit rengaspaineen säätöjärjestelmän hankinnan suunnitteluun? Kuinka tarpeelliseksi koit sen?
- 2.2. Millaisia muutoksia tehtäväksi rengaspaineensäätöjärjestelmään?

### **3. RG32M -partioajoneuvon aikaansaadut muutokset**

- 3.1. Millaiseksi olet kokenut rengaspaineensäätöjärjestelmän asennuksen?  
Esim. yhdenmukaisuus ja asennuksen tarkoituksenmukaisuus?
- 3.2. Miten uuden järjestelmän kouluttaminen kuljettajille onnistunut?  
Ovatko koulutettavat vastaanottaneet RG32M-partioajoneuvon muuttuneet mahdollisuudet?
- 3.3. Miten RG32M-partioajoneuvon monipuolisuus ja ajo-ominaisuudet ovat muuttuneet rengaspaineensäätöjärjestelmän myötä?
- 3.4. Onko jotain muuta, mitä haluaisit tuoda esille rengaspaineensäätöjärjestelmästä tai sen soveltuvuudesta RG32M-partioajoneuvoon?